

**Perancangan dan pembuatan sistem mekanik mesin pemotong
styrofoam otomatis berbasis CNC 2.5 axis menggunakan *hot wire***

***Design and manufacture of mechanical system of CNC based
automatic styrofoam cutting machine 2.5 axis using hot wire***

SKRIPSI

**Oleh:
Nama: Heru Firmansyah
NPM: 193030043**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2025**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

N a m a : Heru Firmansyah

Nomor Pokok Mahasiswa : 193030043

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Dalam Skripsi yang saya kerjakan ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan/ditulis oleh orang lain untuk memperoleh gelar dari suatu perguruan tinggi,
2. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip/disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi,
3. Naskah laporan skripsi yang ditulis bukan dilakukan secara *copy paste* dari karya orang lain dan mengganti beberapa kata yang tidak perlu.
4. Naskah laporan skripsi bukan hasil plagiarisme.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 30 Juni 2025

Penulis,



Heru Firmansyah

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini, sebagai sivitas akademik Universitas Pasundan, saya:

N a m a : Heru Firmansyah

NPM : 193030043

Program Studi : Teknik Mesin FT UNPAS

Jenis Karya : Skripsi

Menyatakan bahwa sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Pasundan Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Perancangan dan pembuatan sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis berbasis CNC 2.5 axis menggunakan *hot wire*

Beserta perangkat yang ada (jika ada). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pasundan berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pakalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bandung, 30 Juni 2025

Yang menyatakan,

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular stamp. The stamp is pink and white, featuring the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAI', 'TEMPIL', and the serial number '74AMX314741509'.

Heru Firmansyah

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Perancangan dan pembuatan sistem mekanik mesin pemotong
styrofoam otomatis berbasis CNC 2.5 axis menggunakan *hot wire***



**Nama: Heru Firmansyah
NPM: 193030043**

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Sugiharto, M.T.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**Perancangan dan pembuatan sistem mekanik mesin pemotong
styrofoam otomatis berbasis CNC 2.5 axis menggunakan *hot wire***



**Nama: Heru Firmansyah
NPM: 193030043**

Tanggal sidang skripsi:

Ketua : Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

.....

Sekretaris : Dr. Ir. Sugiharto, M.T.

.....

Anggota : M. Reza Hermawan, S.T., M.T.

.....

Anggota : Dr. Ir. Widiyanti Kwintarini, M.T

.....

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala kebaikan dan rahmat-Nya yang telah memberikan kekuatan fisik dan mental yang dibutuhkan penulis untuk menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **“Perancangan dan Pembuatan Sistem Mekanik Pemotong *Styrofoam* Otomatis Berbasis CNC 2.5 Axis Menggunakan *Hot Wire*”**. Penulisan laporan skripsi ini untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan. Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang telah banyak membantu dalam pembuatan laporan skripsi ini. Sikap baik memudahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penulis ingin menyampaikan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga atas kasih sayang, dukungan serta doanya hingga penulis bisa menyelesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Pasundan.
3. Bapak Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T., selaku dosen pembimbing utama.
4. Bapak Dr. Ir. Sugiharto, M.T., selaku dosen pembimbing kedua.
5. Semua dosen dan staff Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan yang telah membantu penulis selama melakukan pendidikan,
6. Adeline Septiana Saraswati yang selalu senantiasa membantu dan memberikan *support*.
7. Rekan-rekan seperjuangan, khususnya Teknik mesin Angkatan 2019 yang di kampus Universitas Pasundan.

Saya menyadari tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan keterbatasan waktu, pengetahuan, serta kemampuan yang saya miliki. Dengan demikian kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan. Saya mengharapkan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi saya dan umumnya bagi semua pihak yang memerlukannya.

Bandung, 30 Juni 2025

Penulis,



Heru Firmansyah

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN	I
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	II
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	III
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	IV
KATA PENGANTAR.....	V
DAFTAR ISI.....	VI
DAFTAR GAMBAR.....	IX
DAFTAR TABEL	XII
ABSTRAK	XIII
<i>ABSTRACT</i>	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar belakang	1
2. Rumusan masalah	2
3. Tujuan.....	2
4. Manfaat.....	3
5. Lingkup masalah.....	3
6. Sistematika penulisan	3
BAB II STUDI LITERATUR	5
1. Kajian pustaka	5
A. Penelitian I- Putut Dwi Wijaya, Muhammad Rivai, dan Tasripan (2017)	5
B. Penelitian II– Abdillah Fashiha Ilman (2021)	5
C. Penelitian III– Syahriza, Teuku Firsya, dan Zulkhalimi (2021).....	6
D. Penelitian IV– Muhammad Fikriatul Aslam (2022).....	6
E. Penelitian V– M. Ramdan Taufik K dan M. Bagja Shaleh (2023).....	7

2.	Kajian-kajian mesin yang sudah ada	8
A.	CN22R.....	8
B.	Mesin <i>cutting styrofoam</i>	8
3.	Sistem mekanik.....	9
4.	Software untuk pemodelan atau perancangan	9
5.	Sistem Transmisi	10
6.	Motor <i>stepper</i>	11
7.	<i>Driver</i> motor <i>stepper</i>	14
8.	Pemilihan material.....	15
A.	Baja profil AISI 1035.....	15
B.	Aluminium profil	16
C.	Akrilik	17
BAB III METODOLOGI		16
1.	Tahapan pembuatan skripsi	16
2.	Tempat penelitian	18
3.	Desain konsep sistem mekanik mesin pemotong <i>styrofoam</i> otomatis.....	18
4.	Komponen-komponen bagian konstruksi mesin pemotong <i>styrofoam</i> otomatis..	19
A.	Rangka mesin pemotong <i>styrofoam</i> otomatis	19
B.	Pencekam <i>styrofoam</i> lembaran.....	19
C.	<i>Rotary table</i>	20
D.	Meja penyangga <i>styrofoam</i>	20
5.	Perakitan (<i>assembly</i>) perakitan rangka mesin pemotong <i>styrofoam</i> otomatis	26
6.	Ulir daya	45
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN		47
1.	Kalibrasi aksis.....	47
2.	Pengujian pemotongan <i>styrofoam</i>	48
3.	Hasil pengujian pemotongan <i>styrofoam</i>	51

4. Perhitungan torsi untuk menggerakkan <i>hot wire</i> dan <i>rotary table</i>	56
5. Analisa hasil pengujian gerak mesin pemotong <i>styrofoam</i> otomatis.....	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
1. Kesimpulan.....	59
2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	63
1. Proses perakitan mesin pemotong <i>styrofoam</i> otomatis.....	63
2. Proses pemotongan <i>styrofoam</i> balok	63
3. Gambar teknik	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mesin Pemotong Tulisan Dengan Bahan <i>Styrofoam</i> penelitian 2	6
Gambar 2. Mesin CNC <i>foam cutter</i> penelitian 3	7
Gambar 3. Mesin Pemotong <i>Styrofoam</i> Otomatis penelitian 5.....	7
Gambar 4. Mesin CN22R	8
Gambar 5. Mesin <i>cutting styrofoam</i>	9
Gambar 6. Tampilan perangkat lunak solidworks	10
Gambar 7. <i>Timing pulley</i>	11
Gambar 8. <i>Timing belt</i>	11
Gambar 9. Motor <i>Stepper</i> NEMA 23.....	12
Gambar 10. Skematis Pengaturan Posisi Poros Motor <i>Stepper</i>	12
Gambar 11. <i>Driver</i> motor <i>stepper</i>	15
Gambar 12. Baja profil AISI 1035.....	16
Gambar 13. Aluminium profil	17
Gambar 14. Akrilik	17
Gambar 17. Gambar tahapan penelitian.....	16
Gambar 18. Denah Lokasi tempat penelitian.....	18
Gambar 19. Desain perancangan mesin pemotong <i>styrofoam</i> otomatis	19
Gambar 31. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 1	27
Gambar 32. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 1.....	27
Gambar 33. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 2	28
Gambar 34. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 3	28
Gambar 35. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 3.....	29
Gambar 36. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 4.....	29
Gambar 37. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 4.....	29
Gambar 38. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 5	30
Gambar 39. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 6.....	30
Gambar 40. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 6.....	31
Gambar 41. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 7	31
Gambar 42. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 7.....	31
Gambar 43. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 8.....	32
Gambar 44. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 8.....	32
Gambar 45. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 9	33
Gambar 46. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 9.....	33

Gambar 47. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 10	34
Gambar 48. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 10.....	34
Gambar 49. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 11	35
Gambar 50. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 12	35
Gambar 51. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 12.....	35
Gambar 52. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 13	36
Gambar 53. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 14	36
Gambar 54. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 15	37
Gambar 55. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 16	37
Gambar 56. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 17	38
Gambar 57. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 18	38
Gambar 58. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 18.....	39
Gambar 59. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 19	39
Gambar 60. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 20	40
Gambar 61. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 20.....	40
Gambar 62. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 21	41
Gambar 63. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 22	41
Gambar 64. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 22.....	42
Gambar 65. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 23	42
Gambar 66. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 23.....	43
Gambar 67. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 24	43
Gambar 68. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 25	44
Gambar 69. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 26	44
Gambar 70. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 26.....	44
Gambar 15. Diagram benda bebas ulir daya	45
Gambar 16. Diagram benda bebas potongan ulir pada saat menaikkan beban	45
Gambar 20. Fitur <i>Machine</i> pada <i>software</i> UGS.....	48
Gambar 21. Tampilan <i>firmware setting</i>	48
Gambar 22. Hasil pengujian pertama.....	49
Gambar 23. Hasil pengujian pemotongan <i>styrofoam</i> kedua	50
Gambar 24. Hasil pengujian <i>styrofoam</i> ketiga.....	50
Gambar 25. Tampilan <i>software interface</i> saat melakukan pemotongan	51
Gambar 26. Visualisasi dan hasil dari pemotongan dengan bentuk pilar bertingkat	54
Gambar 27. Visualisasi file G-code	54
Gambar 28. Visualisasi file <i>G-code</i> dan hasil pemotongannya	55

Gambar 29. Visualisasi file <i>G-code</i>	55
Gambar 30. Hasil pemotongan motif burung.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengujian pemotongan <i>styrofoam</i>	52
Tabel 2. Hasil pengujian pemotongan <i>styrofoam</i>	53

ABSTRAK

Pada era saat ini Indonesia sudah memasuki revolusi industri 4.0 di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat. Perkembangan tersebut di antaranya di bidang mekanika dan elektronika. Penggunaan teknologi otomasi menjadi salah satu prasyarat penting untuk meningkatkan daya saing saat ini. Dahulu di dunia industri, banyak pekerjaan masih menggunakan tenaga manual dimana peran manusia sangat dominan, namun saat ini beberapa pekerjaan tersebut telah beralih ke sistem otomatis dengan penggunaan robot. Salah satu sektor yang menarik pusat perhatian penelitian ini yaitu pemanfaatan otomasi di UMKM, karena UMKM memiliki potensi besar untuk terus tumbuh dan berkembang di masa depan, terutama dalam hal dekorasi *styrofoam*. Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diketahui rumusan masalah yang diselesaikan yaitu bagaimana cara membuat sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang meliputi perancangan ulang rangka dengan dimensi yang lebih besar dan pengembangan *rotary* pencekam. Masalah yang akan diselesaikan yaitu pemilihan material dan komponen mesin pemotong *styrofoam* otomatis, perancangan dan pembuatan mekanisme penggerak sumbu X, Y dan Z, dan perancangan dan pembuatan rangka mesin pemotong *styrofoam* otomatis secara bongkar pasang. Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah perancangan ulang sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis dengan dimensi yang lebih besar dan memodifikasi pencekam agar objek potong menjadi lebih *rigid* pada saat dilakukan pemotongan. Perancangan dan pembuatan mesin pemotong *styrofoam* otomatis telah berhasil direalisasikan. Mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang dibuat memiliki dimensi 130 x 130 x 50 cm. Mesin pemotong *styrofoam* otomatis dapat melakukan proses pemotongan *styrofoam* pada benda kerja berbentuk balok dan lembaran. *Styrofoam* balokan yang mampu dipotong adalah 25 x 25 cm dan *styrofoam* lembaran yang mampu di potong adalah 100 x 100 cm.

Kata kunci: mesin pemotong *styrofoam*, otomatis.

ABSTRACT

In the current era, Indonesia has entered the industrial revolution 4.0 in the field of science and technology. Science and technology are developing very rapidly. These developments include in the fields of mechanics and electronics. The use of automation technology is one of the important prerequisites to increase competitiveness today. In the past, in the industrial world, many jobs still used manual labor where the role of humans was very dominant, but now some of these jobs have switched to automated systems with the use of robots.. One of the sectors that attracted the attention of this research was the use of automation in MSMEs, because MSMEs have great potential to continue to grow and develop in the future, especially in terms of styrofoam decoration. Based on the above background, it can be known that the formulation of the problem that was solved was how to make a mechanical system of an automatic styrofoam cutting machine which included redesigning the frame with larger dimensions and the development of rotary grippers. The problems to be solved are the selection of materials and components of automatic styrofoam cutting machines, the design and manufacture of X, Y and Z axis drive mechanisms, and the design and manufacture of automatic styrofoam cutting machine frames by disassembly. Based on the background and formulation of the above problem, the purpose of this research is to redesign the mechanical system of an automatic styrofoam cutting machine with larger dimensions and modify the gripper so that the cutting object becomes more rigid when cutting. The design and manufacture of automatic styrofoam cutting machines has been successfully realized. The automatic styrofoam cutting machine made has dimensions of 130 x 130 x 50 cm. The automatic styrofoam cutting machine can perform the process of styrofoam cutting on beam and sheet workpieces. Styrofoam blocks that can be cut are 25 x 25 cm and styrofoam sheets that can be cut are 100 x 100 cm.

Keywords: styrofoam cutting machine, automatic.

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar belakang

Pada era saat ini Indonesia sudah memasuki revolusi industri 4.0 di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi. Ilmu pengetahuan dan teknologi berkembang sangat pesat. Perkembangan tersebut di antaranya di bidang mekanika dan elektronika. Penggunaan teknologi otomasi menjadi salah satu prasyarat penting untuk meningkatkan daya saing saat ini [1]. Dahulu di dunia industri, banyak pekerjaan masih menggunakan tenaga manual dimana peran manusia sangat dominan, namun saat ini beberapa pekerjaan tersebut telah beralih ke sistem otomatis dengan penggunaan robot [2]. Salah satu sektor yang menarik pusat perhatian penelitian ini yaitu pemanfaatan otomasi di UMKM, karena UMKM memiliki potensi besar untuk terus tumbuh dan berkembang di masa depan, terutama dalam hal dekorasi *styrofoam* [3] [4].

Pada industri kreatif, metode pemotongan *styrofoam* terbagi menjadi dua yaitu pemotongan *styrofoam* secara manual dan pemotongan *styrofoam* secara otomatis. Metode pemotongan *styrofoam* secara manual memang banyak digunakan oleh para pengrajin di Indonesia karena praktis dan sederhana. Pemotongan *styrofoam* secara manual memiliki beberapa keterbatasan, terutama ketika digunakan untuk produksi dalam jumlah besar atau untuk desain yang membutuhkan detail dan konsistensi tinggi. Pada pembuatan sketsa secara manual terutama pada saat membutuhkan banyak objek yang seragam, tantangan utamanya adalah menjaga konsistensi dalam pengukuran, sketsa, dan proses pemotongan. Metode pemotongan *styrofoam* secara otomatis dilakukan dengan bantuan mesin atau perangkat lunak berbasis komputer yang mampu memotong *styrofoam* sesuai desain digital dengan presisi tinggi dan dalam waktu yang singkat [5]. Pemotongan *styrofoam* otomatis dengan metode *hot wire* memiliki beberapa keterbatasan, seperti pemotongan *styrofoam* yang terlalu tebal dapat menyebabkan kawat panas melengkung atau tidak memotong secara tidak merata sehingga mengurangi presisi hasil akhir.

Di laboratorium Teknik Mesin Universitas Pasundan terdapat rangka mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang merupakan hasil penelitian mahasiswa Teknik Mesin Universitas Pasundan terdahulu. Mesin tersebut dibuat dengan tujuan untuk menghasilkan sistem mekanik yang dapat digerakkan secara otomatis dan mencekam *styrofoam* berbentuk balok maupun berbentuk lembaran. Namun demikian terdapat suatu permasalahan pada mesin tersebut yang sekiranya sangat perlu dilakukan pengembangan.

Mesin sebelumnya memiliki ukuran P x L x T yaitu 540 x 540 x 640 mm. Kekurangan mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang ada di laboratorium tersebut tidak dapat memotong *styrofoam* dengan dimensi yang lebih besar, sehingga tidak dapat melakukan proses pemotongan pada benda kerja berukuran besar. Mesin ini juga memiliki kekurangan yaitu proses pengecaman *styrofoam* dilakukan dengan cara *styrofoam* ditusuk pada *rotary* pengecam. Kelemahan dari proses pengecaman ini adalah terdapat potensi pergeseran atau ketidakstabilan posisi material, yang dapat menyebabkan hasil potongan menjadi tidak presisi. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan metode pengecaman yang lain, seperti menggunakan penahan berupa penjepit yang dapat menjaga *styrofoam* tetap stabil tanpa perlu menembus material.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu adanya upaya untuk mengatasi permasalahan di atas. Hal itulah yang memicu timbulnya gagasan untuk melakukan perancangan ulang mesin pemotong *styrofoam* otomatis dengan dimensi 1330 x 500 x 1330 mm, material yang digunakan untuk rangka yaitu baja profil dan aluminium profil. Pengembangan yang dilakukan pada *rotary* pengecam yaitu dengan mengganti mekanisme pengecaman dengan penahan berbasis penjepit. Pengembangan mesin pemotong *styrofoam* akan memiliki kemampuan yang lebih baik untuk menangani material dengan ukuran lebih besar dan memastikan pengecaman yang lebih stabil dan rigid.

2. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat diketahui rumusan masalah yang diselesaikan yaitu bagaimana cara membuat sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang meliputi perancangan ulang rangka dengan dimensi yang lebih besar dan pengembangan *rotary* pengecam. Masalah yang akan diselesaikan yaitu:

- a. Pemilihan material dan komponen mesin pemotong *styrofoam* otomatis,
- b. Perancangan dan pembuatan mekanisme penggerak sumbu X, Y dan Z, dan
- c. Perancangan dan pembuatan rangka mesin pemotong *styrofoam* otomatis secara bongkar pasang.

3. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, tujuan penelitian ini adalah perancangan ulang sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis dengan dimensi yang lebih besar dan memodifikasi pengecam agar objek potong menjadi lebih *rigid* pada saat dilakukan pemotongan.

4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang signifikan sebagaimana mesin pemotong *styrofoam* dapat digunakan oleh UMKM pengrajin *styrofoam* di industri kreatif, khususnya yang berkaitan dengan dekorasi menggunakan bahan *styrofoam*.

5. Lingkup masalah

Lingkup masalah dalam penelitian ini adalah memilih komponen, memilih sistem transmisi, memilih *gantry*, memilih pencekam *styrofoam* dan membuatnya, sehingga sistem mekanik yang dibuat dapat diaplikasikan pada mesin pemotong *styrofoam* otomatis.

6. Sistematika penulisan

Skripsi ini disusun bab demi bab yang terdiri dari lima bab. Beberapa bab yang dibahas pada skripsi ini adalah pendahuluan, studi literatur, metode penelitian, analisis hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka, serta lampiran.

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, lingkup masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI LITERATUR

Pada bab ini dijelaskan kajian pustaka, kajian-kajian mesin yang sudah ada, sistem mekanik, *software* pemodelan atau perancangan, sistem transmisi, motor *stepper* dan pemilihan material.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan tentang tahapan penelitian, tempat penelitian, dan desain konsep sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang hasil pengujian dan pembahasan. Pengujian yang dilakukan antara lain pengujian pemotongan *styrofoam*.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dijelaskan tentang kesimpulan dan saran yang terkait dengan skripsi perancangan dan pembuatan sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam*.

DAFTAR PUSTAKA

Pada bab ini disebutkan buku, artikel, dan sumber lain yang menjadi acuan skripsi ini.

LAMPIRAN

BAB II STUDI LITERATUR

A. Kajian pustaka

Penelitian ini didasari oleh penelitian sebelumnya, baik dari jenis penelitian dan teori yang dipakai. Sejumlah penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi meliputi Penelitian 1 – Putut Dwi Wijaya, Muhammad Rivai, dan Tasripan (2017), Penelitian 2 – Abdillah Fashiha Ilman (2021), Penelitian 3– Syahriza, Teuku Firsya, dan Zulkhalimi (2021), Penelitian 4– Muhammad Fikriatul Aslam (2022), serta Penelitian 5– M. Ramdan Taufik K dan M. Bagja Shaleh (2023).

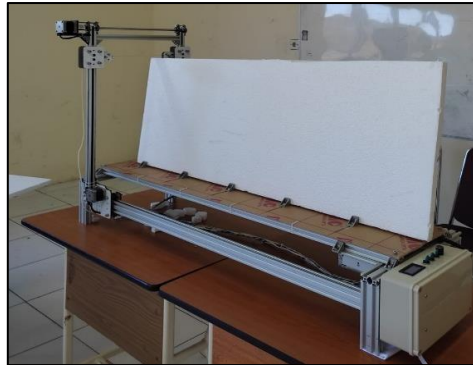
B. Penelitian I- Putut Dwi Wijaya, Muhammad Rivai, dan Tasripan (2017)

Penelitian Putut Dwi Wijaya, Muhammad Rivai, dan Tasripan (2017) berjudul “Rancang Bangun Mesin Pemotong *styrofoam* 3 Axis Menggunakan *Hot Cutting Pen* Dengan Kontrol PID”. Penelitian ini membahas tentang pembuatan mesin pemotong *styrofoam* secara otomatis berbasis CNC 3 Axis dengan menggunakan *hot cutting pen*, dengan proses pemotongan dari titik mulai manapun sesuai kehendak operator, sehingga proses pemotongan dapat lebih efektif. Pada bagian aktuator terdapat sistem kontrol temperatur dengan metode *Propotional Integral Derivative* (PID) agar selama proses pemotongan, temperatur *hot cutting pen* tetap stabil sehingga hasil potongan lebih rapi dan konsisten. Mikrokontroller Arduino digunakan untuk proses kontrol keseluruhan kerja mesin [6]. Pemotongan dilakukan dengan mengirimkan file *g-code* kepada mikrokontroller melalui *software Universal Gcode Sender* (UGS), kemudian mikrokontroller memproses sinyal untuk menggerakkan motor *stepper* sehingga dihasilkan gerakan aktuator sesuai dengan file *g-code*.

C. Penelitian II– Abdillah Fashiha Ilman (2021)

Penelitian Abdillah Fashiha Ilman (2021) berjudul “Rancang Bangun Mesin Pemotong Tulisan Dengan Bahan *Styrofoam* Berbasis CNC”. Penelitian ini membahas tentang rancang bangun pemotong *styrofoam* dengan menggunakan mesin yang memiliki penggerak mesin pada sumbu X, sumbu Y dan sumbu Z. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan memproduksi mesin pemotong *styrofoam* berbasis CNC 3 axis yang dapat diprogram. Mesin ini dirancang untuk mempermudah pekerjaan pengrajin karangan bunga, dengan meningkatkan efisiensi produksi, konsistensi, dan kualitas dari papan karangan bunga yang dihasilkan. Dengan mesin ini, diharapkan proses pemotongan *styrofoam* akan

menjadi lebih cepat, presisi, dan seragam, sehingga menghasilkan produk yang lebih berkualitas dan mengurangi waktu serta tenaga kerja manual [7]. Dengan adanya alat ini pengrajin dapat meningkatkan hasil produksi. Mesin pemotong *styrofoam* hasil penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Mesin Pemotong Tulisan Dengan Bahan *Styrofoam* penelitian 2 [7]

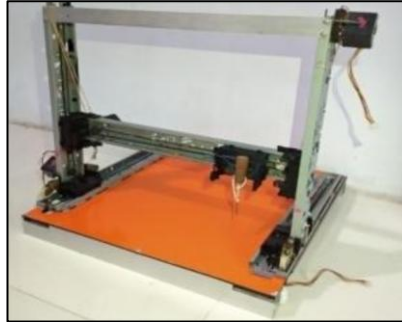
D. Penelitian III– Syahriza, Teuku Firsa, dan Zulkhalimi (2021)

Penelitian Syahriza, Teuku Firsa, dan Zulkhalimi (2021) berjudul “Rancang Bangun CNC *Foam Cutter* Dengan 3 Axis Untuk Pemotongan Dekorasi *Styrofoam*”. Penelitian ini fokus pada perancangan dan pembuatan mesin CNC *foam cutter* dengan gerakan 3 axis. Mesin ini akan memotong atau membuat alur pada meterial *styrofoam* secara otomatis, mirip dengan prinsip kerja mesin CNC pada umumnya. Sistem kontrol mesin CNC *foam cutter* ini menggunakan Arduino UNO, CNC *shield*, dan motor *driver*. Pemotongan dilakukan dengan mengirim file *G-code* (yang didapat dari hasil gambar masterCAM) kepada mikrokontroller, kemudian mikrokontroller mengirimkan sinyal untuk menggerakkan motor stepper sehingga dihasilkan gerakan yang sesuai dengan bentuk pada file *G-code* . Tujuan utama rancang bangun mesin CNC *foam cutter* ini adalah untuk mempermudah proses pemotongan *styrofoam* dan pembuatan dekorasi dari *styrofoam* secara otomatis. Mesin CNC *foam cutter* hasil penelitian ini dapat dilihat pada gambar 2.

E. Penelitian IV– Muhammad Fikriatul Aslam (2022)

Penelitian Muhammad Fikriatul Aslam (2022) dengan judul “Rancang Bangun Pemotong *Styrofoam* Berbasis CNC 2 Axis Menggunakan *Hot Wire*”, penelitian ini membahas tentang merancang dan memproduksi mesin pemotong *styrofoam* berbasis CNC 2 Axis yang dapat diatur secara otomatis. Mesin ini di rancang untuk memenuhi kebutuhan industri kreatif yang semakin meningkat, khususnya dalam pembuatan barang-barang dekoratif dari *styrofoam*. Dengan mesin ini, proses pemotongan *styrofoam* dapat dilakukan lebih cepat

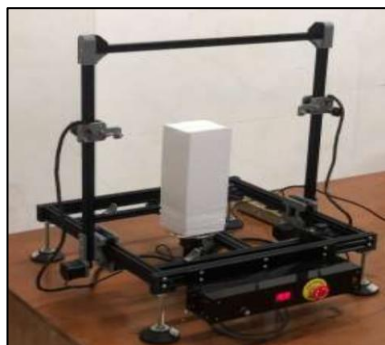
dan presisi, terutama dalam jumlah besar dan dengan seragam [8]. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dimana proses g-code dikirim ke perangkat lunak dan kemudian digunakan untuk mendapatkan dua axis yaitu pada sumbu X dan Y.



Gambar 2. Mesin CNC *foam cutter* penelitian 3 [5]

F. Penelitian V– M. Ramdan Taufik K dan M. Bagja Shaleh (2023)

Penelitian M. Ramdan Taufik K (2023) berjudul “Perancangan dan Pembuatan Sistem Kendali Mesin Pemotong *Styrofoam* Otomatis”. Penelitian M. Bagja Shaleh (2023) berjudul “Perancangan dan Pembuatan Sistem Mekanik Mesin Pemotong *styrofoam* Otomatis”. Penelitian ini membahas tentang perancangan serta pembuatan sistem kendali dan sistem mekanik pada mesin *styrofoam* otomatis dengan gerak 2.5 axis. Sistem kendali yang dibangun dapat mengendalikan sumbu X dan sumbu Y secara bersamaan namun tidak dengan sumbu Z, sumbu Z dapat bergerak pada saat sumbu X dan sumbu Y tidak bergerak. Sistem kendali dibangun dengan *board* arduino UNO yang dipadukan dengan CNC *shield*. *Input* daya yang digunakan pada kawat pemanas menggunakan arus DC, dan DC-DC *converter* digunakan untuk mengatur arus masuk pada kawat pemotong [9] [10]. Gerakan setiap sumbu mesin dioperasikan menggunakan *software Universal Gcode Sender* (UGS). Mesin pemotong *styrofoam* otomatis menggunakan *hot wire* hasil penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Mesin Pemotong *Styrofoam* Otomatis penelitian 5

1. Kajian-kajian mesin yang sudah ada

Beberapa jenis model mesin pemotong *styrofoam* yang ada di pasaran yang akan dibahas yaitu CN22R dan Mesin *Cutting Styrofoam*.

A. CN22R

CN22R merupakan mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang dibuat oleh toko bunga bernama Rosse Florist. Mesin tersebut memiliki area kerja 100 x 100 cm dan ketebalan maksimal pemotongan *styrofoam* 27 cm. Elemen pemanas yang digunakan adalah kawat nikelin. Sistem kontrol mesin tersebut menggunakan Mach3, sedangkan *software* penghasil kode G (*G-code*) yang digunakan adalah *Corel Draw* atau *Devfoam*. Mesin ini dilengkapi dengan *personal computer* yang digunakan untuk mengoperasikan mesin tersebut. Harga mesin tersebut adalah Rp.21.000.000, belum termasuk *personal computer*. Mesin CN22R yang dibuat oleh toko bunga bernama rosse florist dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Mesin CN22R

B. Mesin *cutting styrofoam*

Mesin *cutting styrofoam* merupakan mesin yang dibuat oleh salah satu toko di *marketplace*, nama toko tersebut adalah Hendradanu. Mesin tersebut diaplikasikan untuk memotong bentuk *styrofoam* 2D seperti nama, huruf, dan logo. Area potong yang dimiliki mesin tersebut yaitu 100 x 50 cm dengan maksimal ukuran *styrofoam* 48 x 96 cm (toleransi ± 2 Cm untuk penjepit pada *styrofoam*). Kecepatan pemotongan (*speed cutting*) yang dapat dilakukan oleh mesin ini yaitu 0-2000 mm/sec dan dapat memberikan *supply* tegangan DC sampai 24V.

Mesin *cutting styrofoam* ini menggunakan *software interface LiteFire*. Mesin ini dapat melakukan pengontrolan *Pulse Width Module* (PWM) secara langsung di dalam *software*. *Software* penghasil *G-code* yang digunakan yaitu FCNC. Harga yang tertera di *marketplace*

untuk mesin ini yaitu RP.7.500.000 – Rp.11.000.000. Mesin *cutting styrofoam* yang dibuat oleh hendradanu dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Mesin *cutting styrofoam*

2. Sistem mekanik

Sistem mekanik yaitu struktur fisik yang menopang seluruh sistem. Sistem mekanik terdiri dari komponen-komponen fisik yang berinteraksi melalui gaya mekanik seperti gaya tarik, gravitasi, gesekan, dan gaya elastis [11]. Sistem mekanik tersebut dirancang sesuai dengan perhitungan mekanik untuk memastikan kekokohan dan ketepatan pada aplikasi yang sering diterapkan dalam perancangan dan pembuatan mesin dan perangkat mekanik lainnya [12].

Sistem mekanik pada penelitian ini terdiri dari beberapa komponen yang saling berkaitan sehingga membentuk satu kesatuan. Beberapa komponen dibuat menggunakan pencetakan 3D *printing* dan ada beberapa komponen yang dibeli di pasaran seperti baja profil AISI 1035, aluminium profil, motor *stepper*, *timing pulley*, *timing belt*, akrilik mur dan baut. Pembuatan dan perakitan beberapa komponen dilakukan dengan menggunakan mesin las SMAW, mesin perkakas seperti mesin *cutting wheel*, mesin *milling*, dan mesin gerinda.

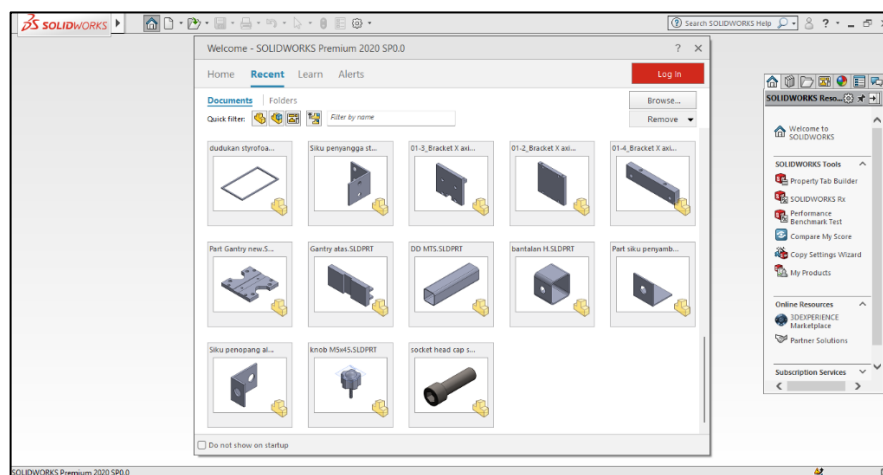
3. Software untuk pemodelan atau perancangan

Software pemodelan yang digunakan adalah software solidworks. Solidworks adalah perangkat lunak *Computer Aided Design* (CAD) yang digunakan untuk membuat model 2D dan model 3D dari berbagai jenis produk atau komponen mekanis [13]. Selain untuk perancangan, solidworks juga memiliki kemampuan untuk melakukan analisis dan simulasi

terhadap komponen atau *assembly*, seperti analisis gerakan mekanis [14]. Tampilan perangkat lunak solidworks dapat dilihat pada gambar 6.

4. Sistem Transmisi

Sistem transmisi secara umum adalah gabungan beberapa komponen yang digunakan untuk menghubungkan sumber tenaga dengan bagian-bagian mesin lainnya yang membutuhkan gerakan. Sistem transmisi adalah bagian penting dalam berbagai jenis mesin dan perangkat mekanik, karena berfungsi untuk mentransfer tenaga atau gerakan dari sumber energi ke bagian mesin lainnya yang membutuhkan gerakan [15]. Dalam sistem transmisi, perubahan bentuk gerakan, seperti dari putaran menjadi gerakan linear atau sebaliknya, menjadi salah satu tujuan utama.



Gambar 6. Tampilan perangkat lunak solidworks

Penggunaan sistem transmisi dengan *timing pulley* dan *timing belt* cenderung lebih hemat biaya dibandingkan dengan sistem transmisi yang lain [16]. *Timing pulley* dan *timing belt* dapat memberikan hasil yang stabil dalam banyak aplikasi industri atau otomotif, menjadikannya pilihan yang baik untuk desain yang mengutamakan kesederhanaan dan efektivitas.

1. *Timing pulley*

Timing pulley adalah komponen yang terbuat dari logam dengan deretan gigi di bagian luarnya. *Timing pulley* berfungsi untuk mentransmisikan daya dari motor ke berbagai komponen mesin seperti roda atau komponen penggerak lainnya. Pada mesin pemotong *styrofoam otomatis*, *timing pulley* digunakan untuk menggerakkan *hot wire* dalam arah sumbu X dan Y yang terhubung pada motor *stepper* melalui *timing belt* [13]. Penggunaan

timing pulley ini dapat mencegah terjadinya slip pada sumbu X dan Y ketika digunakan. Pada penelitian ini *timing pulley* yang digunakan mempunyai spesifikasi GT2 20 *teeth* B5. *Timing pulley* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. *Timing pulley*

2. *Timing belt*

Timing belt adalah komponen mekanik berbentuk sabuk yang dilengkapi dengan gigi atau ulir pada bagian dalam. *Timing belt* umumnya terbuat dari karet berbentuk trapesium. *Timing belt* berfungsi untuk mentransmisikan gerakan dari motor ke komponen lain. *Timing belt* adalah komponen penting dalam sistem pemotong *styrofoam* otomatis dapat mempengaruhi akurasi serta kecepatan pemotongan [17]. Pada *gantry* ini dihubungkan ke motor *stepper* melalui *timing belt* yang memastikan gerakan *gantry* selalu dalam sinkronisasi dengan gerakan motor *stepper* [18]. *Timing belt* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 8.

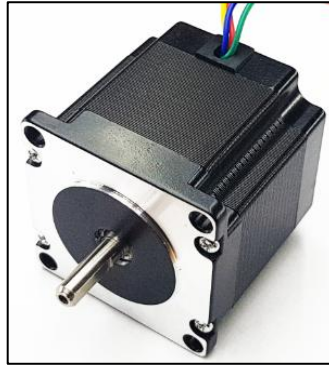


Gambar 8. *Timing belt*

5. **Motor stepper**

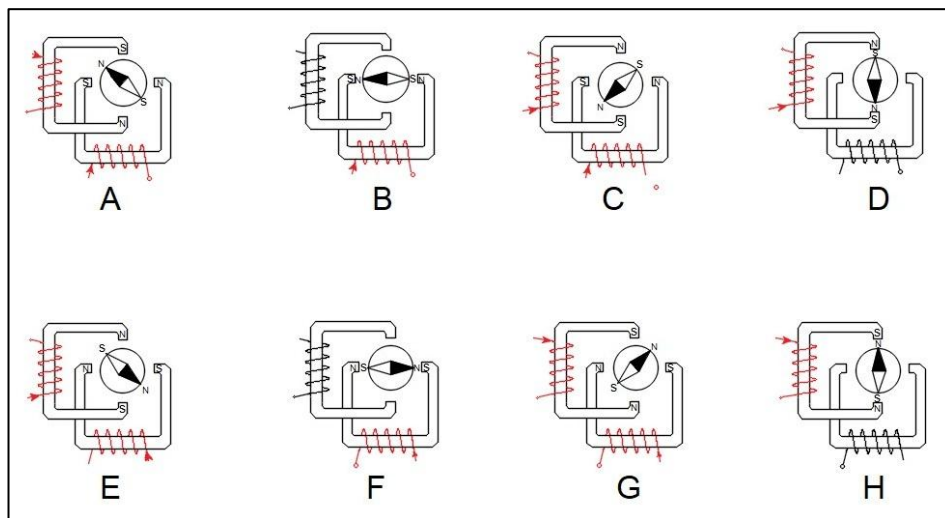
Motor *stepper* adalah suatu motor listrik yang dapat mengubah pulsa listrik yang diberikan menjadi gerakan motor *discret* (terputus) yang disebut *step* (langkah). Satu putaran motor memerlukan sejumlah langkah tertentu. Pada motor *stepper* terdapat stator, koil, dan rotor. Motor *stepper* sering dimanfaatkan untuk pengaplikasian mesin CNC karena memiliki

keunggulan daya yang diperlukan untuk menggerakkannya rendah, tingkat kepresisiannya yang cukup tinggi, dan dapat dikontrol sesuai dengan gerakan yang diperlukan [19]. Motor *stepper* adalah suatu perangkat elektromekanik yang setiap gerakannya dapat diulang dengan mudah [20]. Motor *stepper* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Motor *Stepper* NEMA 23

Prinsip kerja motor *stepper* didasarkan pada pengendalian arus yang mengalir melalui lilitan-lilitan kumparan secara berurutan untuk menghasilkan gerakan poros yang teratur dan presisi. Setiap perubahan kondisi arus pada kedua kumparan akan mengakibatkan perubahan posisi poros motor *stepper* sebesar putaran tertentu. Skematis pengaturan posisi poros motor *stepper* dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Skematis Pengaturan Posisi Poros Motor *Stepper* [21]

Pada gambar 10A, kedua lilitan dialiri arus listrik dengan nilai arus yang sama besar. Lilitan vertikal diberi arus dengan arah aliran dari atas ke bawah, sehingga ujung inti vertikal atas berubah menjadi kutub magnet selatan dan ujung inti vertikal bawah berubah

menjadi kutub utara. Lilitan horisontal diberi arus dengan arah aliran dari kiri ke kanan, sehingga ujung inti horisontal kanan berubah menjadi kutub utara magnet dan ujung inti horisontal kiri berubah menjadi kutub selatan magnet. Pada kondisi ini kutub utara magnet poros motor stepper akan tertarik ke arah posisi jam 10.30 (arah barat laut) [21].

Pada gambar 10B, lilitan vertikal tidak dialiri arus tetapi lilitan horisontal dialiri arus dengan arah yang sama dengan arah arus pada kondisi 3A. Karena lilitan vertikal tidak dialiri arus, ujung-ujung inti vertikal tidak berubah menjadi kutub-kutub magnet. Pada kondisi ini kutub utara magnet poros motor stepper akan tertarik ke arah posisi jam 09.00 (arah barat).

Pada gambar 10C, lilitan vertikal kembali dialiri arus tetapi arah arus berasal dari bawah ke atas sehingga ujung inti vertikal atas berubah menjadi kutub magnet utara dan ujung inti vertikal bawah berubah menjadi kutub magnet selatan. Lilitan horisontal masih dialiri arus dengan kondisi aliran yang sama dengan kondisi sebelumnya sehingga tidak mengubah kondisi ujung-ujung inti horisontal. Pada kondisi ini kutub utara magnet poros motor stepper akan tertarik ke arah posisi jam 07.30 (arah barat daya).

Pada gambar 10D, lilitan horisontal tidak dialiri arus, sehingga ujung-ujung inti horisontal tidak berubah menjadi magnet. Lilitan vertikal masih dialiri arus dengan kondisi aliran yang sama dengan kondisi sebelumnya sehingga tidak mengubah kondisi ujung-ujung inti vertikal. Pada kondisi ini kutub utara magnet poros motor stepper akan tertarik ke arah posisi jam 06.00 (arah selatan).

Pada gambar 10E, lilitan horisontal kembali diberi arus tetapi arah arus berasal dari kanan ke kiri, sehingga ujung inti horisontal kiri berubah menjadi kutub utara magnet dan ujung inti horisontal kanan berubah menjadi kutub selatan magnet. Lilitan vertikal masih dialiri arus dengan kondisi aliran yang sama dengan kondisi sebelumnya sehingga tidak mengubah kondisi ujung-ujung inti vertikal. Pada kondisi ini kutub utara magnet poros motor stepper akan tertarik ke arah posisi jam 04.30 (arah tenggara).

Pada gambar 10F, lilitan vertikal tidak dialiri arus, sehingga ujung-ujung inti vertikal tidak berubah menjadi magnet. Lilitan horisontal masih dialiri arus dengan kondisi aliran yang sama dengan kondisi sebelumnya sehingga tidak mengubah kondisi ujung-ujung inti horisontal. Pada kondisi ini kutub utara magnet poros motor stepper akan tertarik ke arah posisi jam 03.00 (arah timur).

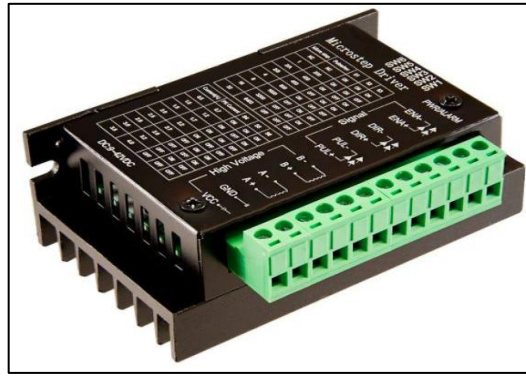
Pada gambar 10G, lilitan vertikal kembali diberi arus tetapi arah arus berasal dari atas ke bawah, sehingga ujung inti vertikal atas berubah menjadi kutub selatan magnet dan ujung inti vertikal bawah berubah menjadi kutub utara magnet. Lilitan horisontal masih dialiri arus dengan kondisi aliran yang sama dengan kondisi sebelumnya sehingga tidak mengubah kondisi ujung-ujung inti horisontal. Pada kondisi ini kutub utara magnet poros motor stepper akan tertarik ke arah posisi jam 01.30 (arah timur laut).

Pada gambar 10H, lilitan horisontal tidak dialiri arus, sehingga ujung-ujung inti horisontal tidak berubah menjadi magnet. Lilitan vertikal masih dialiri arus dengan kondisi aliran yang sama dengan kondisi sebelumnya sehingga tidak mengubah kondisi ujung-ujung inti vertikal. Pada kondisi ini kutub utara magnet poros motor stepper akan tertarik ke arah posisi jam 12.00 (arah utara).

Dengan cara mengatur pemberian arus pada kedua lilitan secara teratur dan berurutan, poros motor stepper akan bergerak dengan pola yang tertentu dan setiap perubahan kondisi arus pada kedua kumparan akan mengakibatkan perubahan posisi poros motor stepper sebesar putaran tertentu. Bila pengaturan pemberian arus pada kedua lilitan dilakukan secara manual, maka akan sangat merepotkan. Untuk mengatasi kesulitan tersebut dibuat suatu perangkat untuk mengatur pemberian arus pada kedua lilitan tersebut yang disebut dengan *driver motor stepper*.

6. *Driver motor stepper*

Driver motor stepper adalah sebuah alat atau perangkat yang digunakan untuk mengendalikan motor *stepper*. *Driver motor stepper* bertugas untuk mengubah sinyal kontrol dari sistem elektronik atau mikrokontroller ke dalam sinyal daya yang diperlukan untuk menggerakkan motor *stepper* [22]. *Driver motor stepper* biasanya dilengkapi dengan fitur-fitur seperti pengatur kecepatan, arah putaran, dan posisi akhir. *Driver motor stepper* sangat umum digunakan dalam berbagai aplikasi yang membutuhkan gerakan presisi dan kecepatan rendah, seperti pada mesin CNC, printer 3D, dan robotik [23]. *Driver motor stepper* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Driver motor stepper* TB6600. *Driver motor stepper* TB6600 membutuhkan pasokan listrik 9 - 42V dan menghasilkan arus puncak 4A untuk mengaktifkan motor dan dapat memberi daya pada setiap koil motor *stepper*. *Driver motor stepper* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 11.



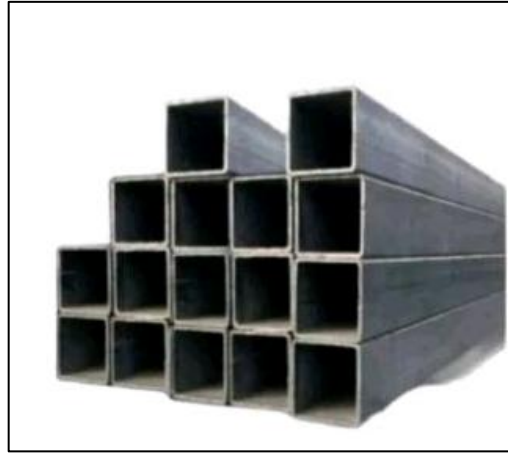
Gambar 11. *Driver motor stepper*

Pemilihan material

Pemilihan material atau bahan adalah bagian dari proses manufaktur sebuah desain produk. Pemilihan material bertujuan menemukan material dengan sifat yang paling sesuai dengan persyaratan yang dibutuhkan dalam pembuatan proses desain produk [24]. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kinerja produk, meningkatkan kualitas produk, dan menghemat biaya dalam jangka waktu panjang. Pemilihan material dan teknik manufaktur yang tepat saat mengembangkan konstruksi mesin atau komponen lainnya sangatlah penting [25]. Material yang digunakan untuk membuat rangka mesin pemotong *styrofoam* otomatis dan pencekam pada pemotongan *styrofoam* adalah baja profil AISI 1035, aluminium profil, dan akrilik.

A. Baja profil AISI 1035

Baja profil AISI 1035 digunakan sebagai struktur utama rangka untuk menopang dan menjaga stabilitas pada semua bagian. Baja profil AISI 1035 merupakan salah satu jenis baja karbon rendah dengan unsur karbon (C) 0,35%, *silicon* (Si) 1,01 %, mangan (Mn) 0,2% dan Besi (Fe) 90,3 %. Baja ini memiliki sifat yang baik dalam hal kekuatan tarik dan ketahanan terhadap keausan, serta relatif mudah diproses [26]. Aplikasi umum dari baja ini banyak digunakan dalam pembuatan komponen mesin, seperti poros, roda gigi, dan bagian-bagian yang memerlukan kekuatan sedang dan ketahanan aus yang baik. Pemotongan *styrofoam* terkadang melibatkan getaran atau guncangan mesin yang dapat menurunkan kualitas pemotongan [20]. Getaran dan guncangan ini dapat dikurangi dengan menggunakan baja profil AISI 1035 yang tepat, sehingga menghasilkan pemotongan yang lebih presisi. Baja profil AISI 1035 yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Baja profil AISI 1035[14]

B. Aluminium profil

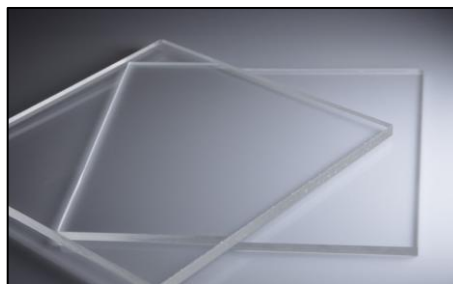
Aluminium profil adalah material konstruksi berbentuk batang atau rangka yang dibuat dari aluminium, dan mempunyai penampang yang seragam. Aluminium profil memiliki bentuk yang beragam salah satunya bentuk T-slot. Proses pembuatan aluminium profil melibatkan ekstruksi dan pembentukan aluminium menjadi berbagai bentuk dan ukuran yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi spesifik [27]. Pada perancangan ini aluminium profil digunakan sebagai rel penggerak *hot wire*. Mesin pemotong *styrofoam* otomatis sering menggunakan aluminium profil karena tahan karat, ringan, serta mudah dikerjakan. Selain itu mesin pemotong *styrofoam* dapat menggunakan aluminium profil sebagai perangkat penekan getaran [28]. Pemotongan *styrofoam* terkadang melibatkan getaran atau guncangan mesin yang dapat menurunkan kualitas pemotongan. Getaran dan guncangan ini dapat dikurangi dengan menggunakan aluminium profil yang tepat, sehingga menghasilkan pemotongan yang lebih presisi. Pada pemilihan material aluminium ini, kita menggunakan aluminium profil v-slot berukuran 20 x 20 mm. Pemilihan material yang sesuai dengan mesin pemotong *styrofoam* yaitu aluminium v-slot menggunakan material aluminium 6061-AHC. Aluminium profil yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Aluminium profil [15]

C. Akrilik

Akrilik adalah material plastik yang secara visual mirip dengan kaca, namun memiliki beberapa keunggulan, seperti kelenturan yang lebih baik, tidak mudah pecah, ringan, serta mudah dipotong, dikikir, dibor, dihaluskan, dan dicat. Akrilik juga dapat dibentuk menjadi berbagai macam bentuk yang kompleks melalui proses pemanasan [29]. Selain itu, akrilik juga digunakan dalam industri kreatif, misalnya dalam pembuatan aksesoris perhiasan wanita. Pengolahan material akrilik untuk aplikasi ini melibatkan teknik grafir dan pemilihan jenis akrilik yang sesuai, seperti lembaran atau gel, untuk menghasilkan produk dengan estetika dan kualitas tinggi [30]. Pada mesin pemotong *styrofoam* otomatis ini akrilik digunakan sebagai *rotary table* yang dilengkapi dengan pencekam *styrofoam* dengan penahan berbasis penjepit. Akrilik yang digunakan memiliki ukuran 250 mm x 250 mm dengan ketebalan 8 mm. Akrilik yang digunakan dapat dilihat pada gambar 14.

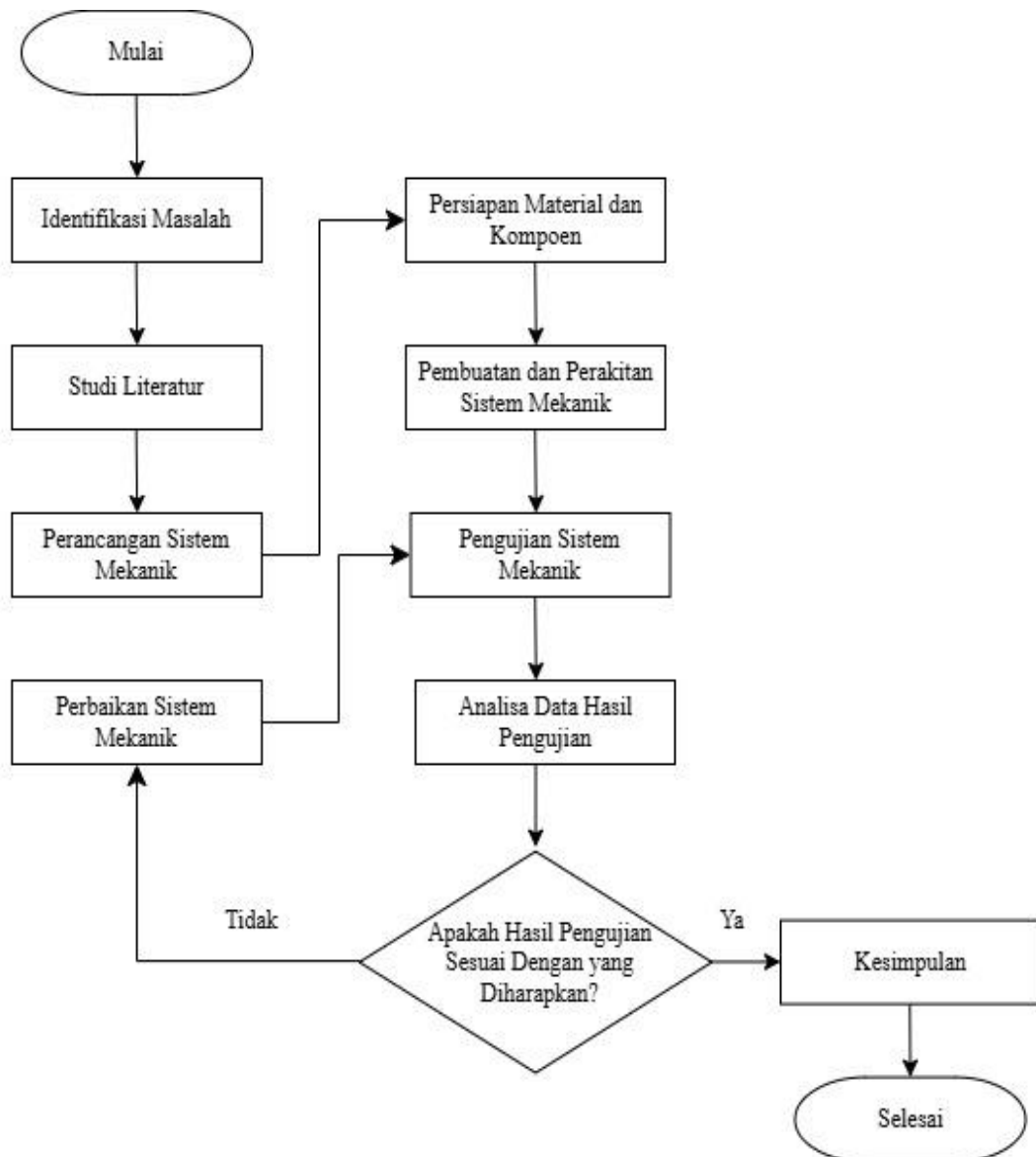


Gambar 14. Akrilik[16]

BAB III METODOLOGI

1. Tahapan pembuatan skripsi

Agar skripsi ini lebih jelas dan terstruktur, diperlukan tahapan pembuatan skripsi. Tahapan pembuatan skripsi ini berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan selama proses perancangan dan pembuatan sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam*. Tahapan penelitian dengan topik perancangan dan pembuatan sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis dapat dilihat pada gambar 15.



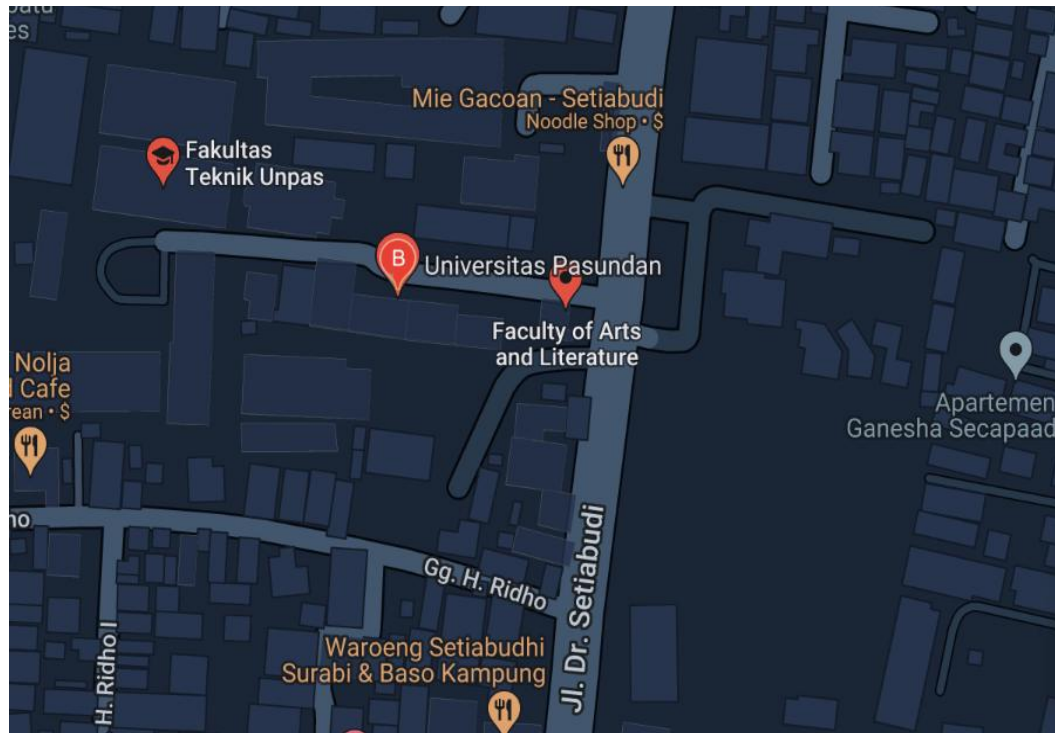
Gambar 15. Gambar tahapan penelitian

Tahapan pembuatan skripsi yang diperlihatkan pada gambar 15, dapat dijelaskan dalam poin-poin berikut:

1. Identifikasi masalah adalah tahap menemukan, memahami, dan merumuskan masalah yang akan diteliti; Identifikasi masalah bertujuan untuk memfokuskan topik yang ingin diangkat dengan jelas, sehingga penelitian yang akan dilakukan memiliki arah dan tujuan yang spesifik;
2. Studi literatur adalah tahap pengkajian yang relevan dengan masalah yang dikaji; Hal tersebut mencakup berbagai sumber informasi yang berkualitas dan relevan dengan penelitian yang sudah teruji, hasil penelitian pribadi atau orang lain, jurnal ilmiah, hasil seminar, diskusi, survei lapangan, majalah ilmiah, serta studi perpustakaan termasuk situs dari internet;
3. Perancangan sistem mekanik adalah tahap proses memilih komponen yang akan digunakan serta membuat sketsa atau rancangan sistem mekanik dalam bentuk gambar;
4. Persiapan komponen sistem mekanik adalah tahap penyediaan komponen yang telah dirancang; Dalam penyediaan komponen sistem mekanik perlu diperhatikan spesifikasi komponen agar sesuai dengan tujuan penelitian;
5. Pembuatan dan perakitan sistem mekanik adalah tahap di mana komponen-komponen mekanik dibuat, kemudian dipasang dan digabungkan sesuai dengan desain yang telah disusun; Proses ini memerlukan ketelitian dan ketepatan untuk memastikan bahwa sistem mekanik dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi teknis yang direncanakan;
6. Pengujian sistem mekanik adalah tahap kegiatan uji fungsional gerak *hot wire cutting* searah sumbu x dan y, dan gerak *rotary table* serta pengujian pemotongan *styrofoam*;
7. Analisa data hasil pengujian sistem mekanik adalah tahap untuk meninjau kembali tinjauan pengujian, mengevaluasi hasil pengujian, identifikasi masalah, dan mengetahui sebab permasalahan; Jika hasil uji fungsi gerak *hot wire cutting* searah sumbu x dan y serta *rotary table* tidak sesuai dengan yang diharapkan, maka sistem mekanik perlu diperbaiki dan dilakukan pengujian ulang; Jika hasil uji fungsi gerak *hot wire cutting* searah sumbu x dan y serta *rotary table* sudah sesuai dengan yang diharapkan, maka dapat disimpulkan pengujian telah berhasil dan;
8. Kesimpulan adalah tahap memutuskan hasil dari pengujian dan analisis yang telah dilakukan, tahap ini menentukan apakah penelitian berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan dan bagaimana kinerja sistem mekanik yang dirancang.

2. Tempat penelitian

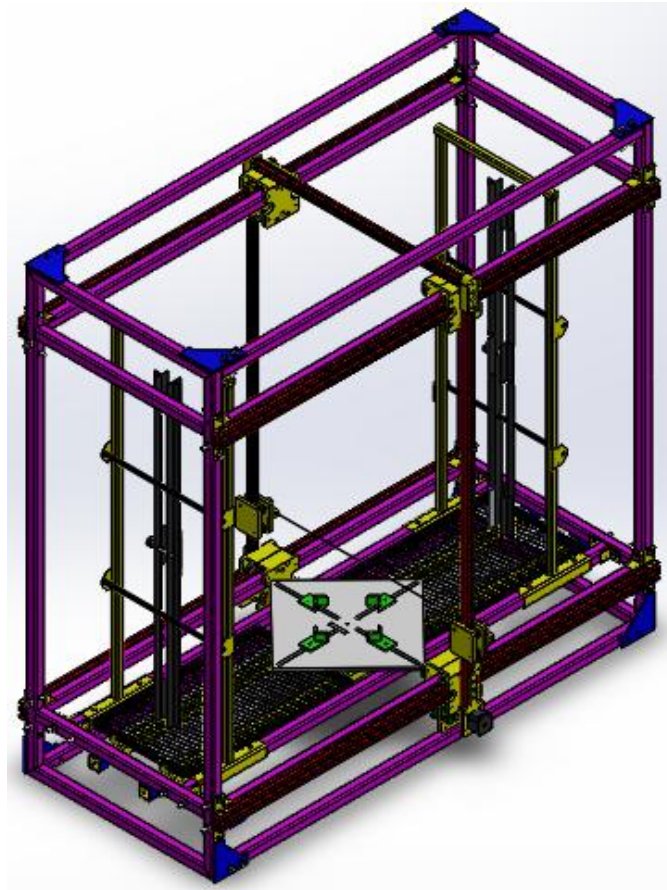
Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan, Jalan Dr.Setiabudhi No. 193, Gegerkalong, Kecamatan Sukasari, Kota Bandung, Jawa Barat 40153. Denah Lokasi tempat penelitian dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Denah Lokasi tempat penelitian

3. Desain konsep sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis

Pada perancangan dan pembuatan sistem mekanik pemotong *styrofoam* otomatis, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan untuk memastikan mesin berfungsi dengan baik dan memenuhi kebutuhan yang diinginkan. Beberapa tahapan pengerjaan tersebut yaitu membuat desain konsep perancangan, membuat rangka pada mesin pemotong *styrofoam*, *assembly*, dan pengujian. Konstruksi mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang dibuat pada penelitian ini memiliki dimensi panjang 1330 mm, lebar 540 mm, dan tinggi 1330 mm. Desain perancangan mesin pemotong *styrofoam* otomatis dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Desain perancangan mesin pemotong *styrofoam* otomatis

4. Komponen-komponen bagian konstruksi mesin pemotong *styrofoam* otomatis

Konstruksi komponen mesin pemotong *styrofoam* otomatis umumnya terdiri dari beberapa komponen dapat dijelaskan dalam poin-poin berikut:

A. Rangka mesin pemotong *styrofoam* otomatis

Rangka utama digunakan untuk menopang seluruh komponen konstruksi mesin lainnya. Rangka mesin pemotong *styrofoam* otomatis menggunakan material baja AISI 1035 dan aluminium profil untuk memastikan mesin mampu menahan beban yang timbul selama proses pemotongan.

B. Pencekam *styrofoam* lembaran

Pencekam *styrofoam* lembaran digunakan untuk menahan posisi *styrofoam* selama proses pemotongan. Pencekam ini menggunakan sistem penjepit yang berbentuk siku untuk menjamin kekakuan dan kestabilan material.

C. Rotary table

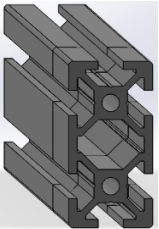
Rotary table digunakan untuk alas *styrofoam* berbentuk kubus atau silindris. *Rotary table* dilengkapi pencekam sehingga pencekam mampu menahan *styrofoam* secara stabil selama proses rotasi dan proses pemotongan berlangsung.

D. Meja penyangga *styrofoam*

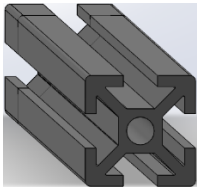
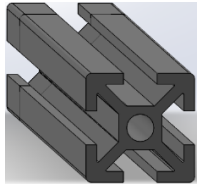
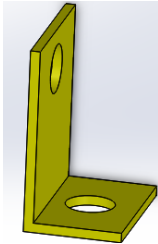
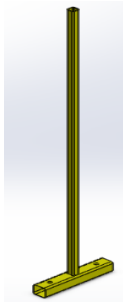
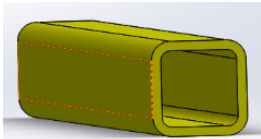
Meja penyangga *styrofoam* digunakan untuk menahan dan menstabilkan material yang telah dipotong, sehingga tidak jatuh atau bergeser setelah proses pemotongan selesai. Meja ini memastikan penanganan yang tepat dan menjaga ketelitian dimensi *styrofoam* selama proses pemotongan.

Pada desain konsep perancangan mesin pemotong *styrofoam* otomatis, ada beberapa langkah penting yang perlu dilakukan untuk memastikan desain tersebut efisien dan fungsional. Proses perancangan tersebut melibatkan pemilihan komponen serta penentuan konstruksi komponen yang akan digunakan dalam mesin pemotong *styrofoam* otomatis. Komponen yang digunakan pada mesin pemotong *styrofoam* otomatis dapat dilihat pada tabel 1.

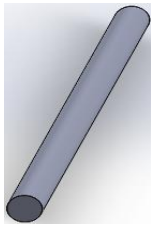
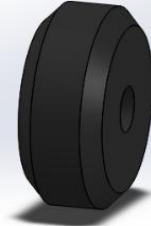
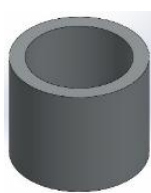
Tabel 1. Komponen-komponen sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang ada di pasaran

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Kerangka <i>Base</i>		Material: Baja profil AISI 1035 Dimensi: 1330 x 1330 x 500 mm Diameter baja profil: 300 x 300 mm	1
2	Aluminium Profil V-Slot 2040		Material: Aluminium Profil V-Slot Dimensi: 1330 x 1330 mm	4

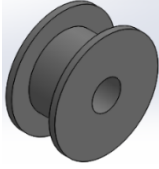
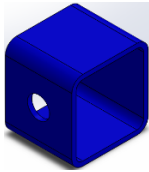
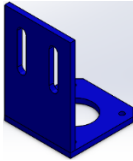
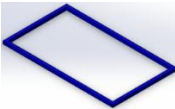
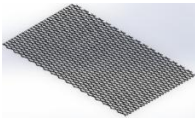
Tabel 1. Komponen-komponen sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang ada di pasaran (lanjutan)

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Spesifikasi	Jumlah
3	Aluminium Profil V-Slot 2020		Material: Aluminium Profil V-Slot Dimensi: 20 x 20 x 630 mm	1
4	Aluminium Profil V-Slot 2020		Material: Aluminium Profil V-Slot Dimensi: 20 x 20 x 1130 mm	2
5	Siku penopang aluminium profil		Material: Baja profil AISI 1035 Dimensi: 20 x 20 x 630 mm	16
6	Frame pencekam styrofoam lembaran		Material: Baja Profil AISI 1035 Dimensi: 1018mm x 20 x 200 mm	4
7	Frame atas pencekam styrofoam lembaran		Material: Baja Profil AISI 1035 Dimensi: 355mm x 20 x 1,7mm	2

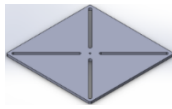
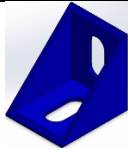
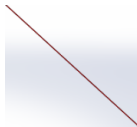
Tabel 1. Komponen-komponen sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang ada di pasaran (lanjutan)

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Spesifikasi	Jumlah
8	Penjepit <i>styrofoam</i> lembaran		Material: Baja Profil AISI 1035 Dimensi: 900mm x 20mm x 1,7mm	4
9	<i>Shaft</i> pejepit		Material: Baja Profil AISI 1035 Dimensi: 358mm x 10mm	4
10	Roda		Tipe: V wheel Dimensi: 16mm x 24mm x 10mm	24
11	<i>Spacer</i>		Material: Aluminium Dimensi: 5mm x 10mm x 6mm	32
12	<i>Timing pulley</i>		Material: Aluminium Dimensi: 5mm x 16mm x 16mm Tipe: GT2 16T	4

Tabel 1. Komponen-komponen sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang ada di pasaran (lanjutan)

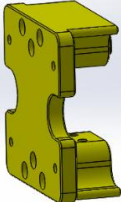
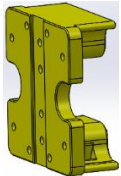
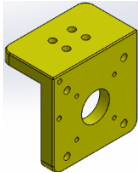
No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Spesifikasi	Jumlah
13	<i>Idler pulley</i>		Material: Aluminium Dimensi: 5mm x 16mm x 16mm Tipe: GT2 16T	4
14	Mounting <i>frame</i> sumbu Z		Material: Baja Profil AISI 1035 Dimensi: 30mm x 35mm x 2mm	4
15	L Mounting motor <i>stepper</i>		Material: stainless steel Dimensi: 50mm x 50mm x 45mm	1
16	Penopang <i>styrofoam</i> lembaran		Material: Baja Profil AISI 1035 Dimensi: 500mm x 290mm x 200mm	2
17	Kawat pijakan <i>styrofoam</i> lembaran		Material: Logam Dimensi: 500mm x 290mm	2
18	Siku penahan pijakan <i>styrofoam</i>		Material: Baja Profil AISI 1035 Dimensi: 300mm x 304mm x 2mm	8

Tabel 1. Komponen-komponen sistem mekanik mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang ada di pasaran (lanjutan)

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Spesifikasi	Jumlah
19	<i>Rotary table</i>		Material: Plastik polimer Dimensi: 250mm x 250mm x 8mm	1
20	L corner		Material: Aluminium Dimensi: 17mm x 20mm x 20mm	2
21	Kawat nikelin		Material: Kawat nikelin Diameter: 0,5	1

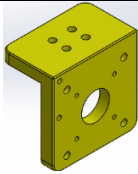
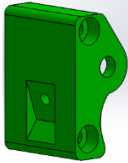
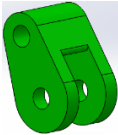
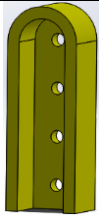
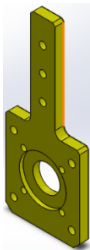
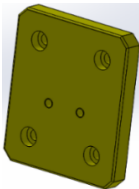
Tabel 2.

Komponen sistem mekanik mesin 3D *printer* yang dibuat menggunakan *filament*

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	<i>Mounting X</i> Dalam		Material: PLA+ Dimensi: 100 x 100 mm x 8mm	4
2	<i>Mounting X</i> Luar		Material: PLA+ Dimensi: 100 x 100 mm 8mm	4
3	Mounting motor <i>stepper</i> sumbu X		Material: PLA+ Dimensi: 100 mm x 70 mm x 10mm	2

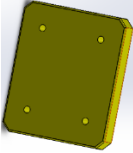
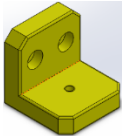
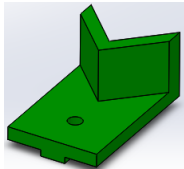
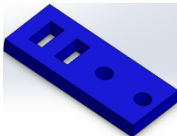
Tabel 2.

Komponen sistem mekanik mesin 3D *printer* yang dibuat menggunakan *filament* (lanjutan)

No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Spesifikasi	Jumlah
4	Mounting motor <i>stepper</i> sumbu X		Material: PLA+ Dimensi: 100 mm x 70 mm x 10mm	2
5	<i>Tensioner</i> sumbu X		Material: PLA+ Dimensi: 88,5mm x 20mm x 5mm	2
6	<i>Tensioner</i> sumbu X		Material: PLA+ Dimensi: 15,78mm x 17,5mm x 5mm	2
7	<i>Bracket idler pulley</i>		Material: PLA+ Dimensi: 86,88mm x 30mm x 8mm	2
8	<i>Bracket motor</i> Y aksis		Material: PLA+ Dimensi: 150mm x 60mm x 8mm	2
9	<i>Mounting Y</i> kanan		Material: PLA+ Dimensi: 80mm x 70mm x 10mm	2

Tabel 2.

Komponen sistem mekanik mesin 3D *printer* yang dibuat menggunakan *filament* (lanjutan)

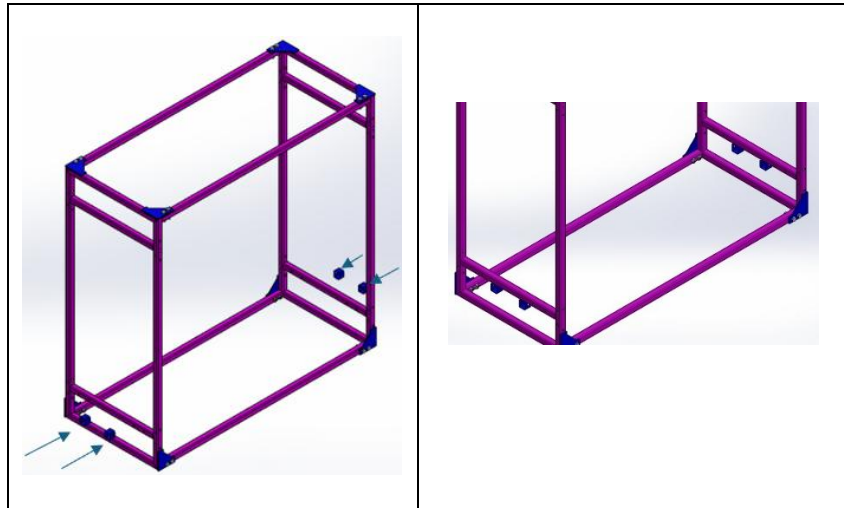
No	Nama Komponen	Gambar Komponen	Spesifikasi	Jumlah
10	<i>Mounting Y</i> kiri		Material: PLA+ Dimensi: 80mm x 70mm x 10mm	2
11	<i>Adjuster kawat</i>		Material: PLA+ Dimensi: 40mm x 40mm x 10mm	2
12	Siku positioning		Material: PLA+ Dimensi: 20mm x 20mm x 20mm	4
13	<i>Bracket belt</i> bawah		Material: PLA+ Dimensi: 50mm x 20mm x 5mm	4

5. Perakitan (*assembly*) perakitan rangka mesin pemotong *styrofoam* otomatis

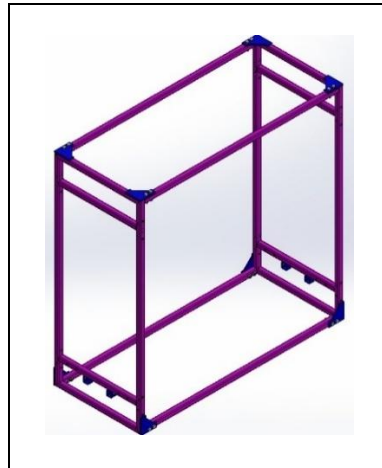
Setelah proses perancangan selesai, tahap berikutnya adalah pembuatan komponen menggunakan mesin 3D printer. Setelah pencetakan selesai, langkah selanjutnya adalah merakit komponen-komponen hasil cetakan bersama dengan komponen yang diperoleh dari pasaran, seperti yang tercantum dalam Tabel 1. Perakitan sistem mekanik diperlukan beberapa tahapan perakitan, tahapan-tahapan proses perakitan dijelaskan pada beberapa paragraf berikut:

- Perakitan *frame* mesin pemotong *styrofoam* otomatis dan *mounting*

Tahap awal perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit bagian *frame* dan *mounting*. Komponen utama yang digunakan untuk merakit *frame* dan *mounting* adalah baja profil 1030 yang dirangkai menggunakan baut dan mur. Hasil perakitan *frame* dan *mounting* dinamakan sub rakitan 1. Model komponen yang telah dirakit serta sub-rakitan 1 dapat dilihat pada gambar 18.



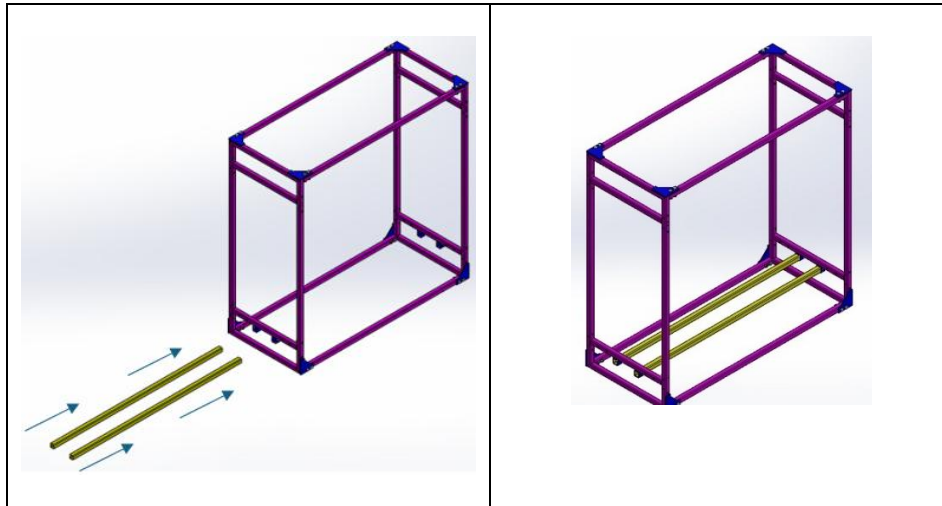
Gambar 18. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 1



Gambar 19. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 1

- Perakitan sub rakitan 1 dengan *z axis structure*

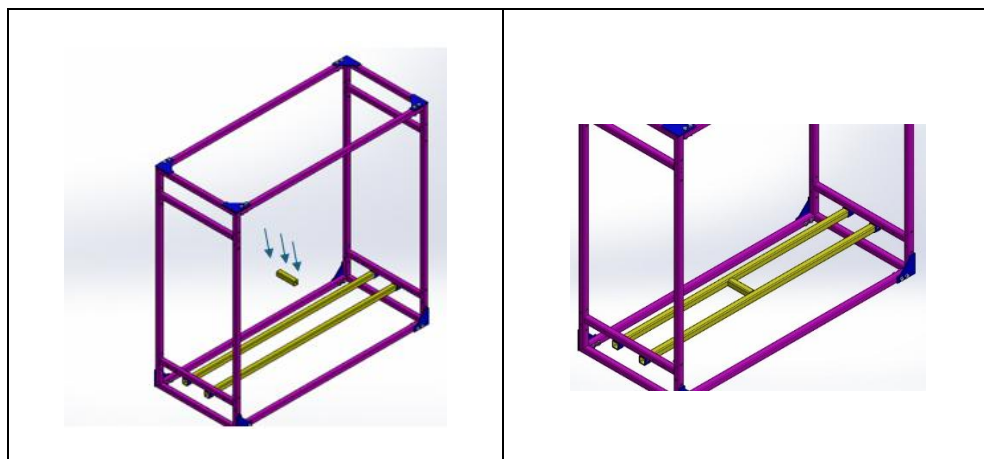
Tahap kedua perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 1 dengan *z axis structure*. Komponen utama yang digunakan untuk merakit sub rakitan 1 dengan *z axis structure* adalah *mounting*, baut dan mur. Hasil sub rakitan 1 dengan *z axis structure* dinamakan sub rakitan 2. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 2 dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 20. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 2

- Perakitan sub rakitan 2 denganudukan *mounting* sumbu z

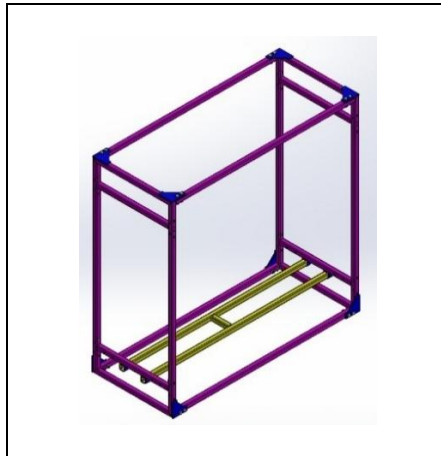
Tahap ketiga perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 2 dengan *z axis structure* danudukan *mounting* motor *stepeer*. Dudukan *mounting* motor *stepeer* tersebut dipasang dengan menggunakan *mounting* motor *stepper*, baut dan *T nut hammer*. Hasil perakitan ini dinamakan sub rakitan 3. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 3 dapat dilihat pada gambar 20. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 3 dapat dilihat pada gambar 21.



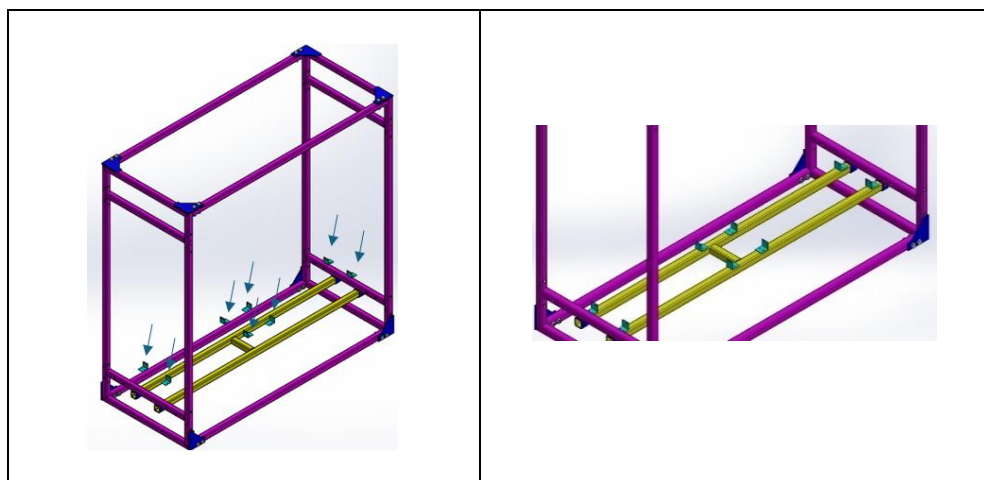
Gambar 21. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 3

- Perakitan sub rakitan 3 dengan *mounting* siku

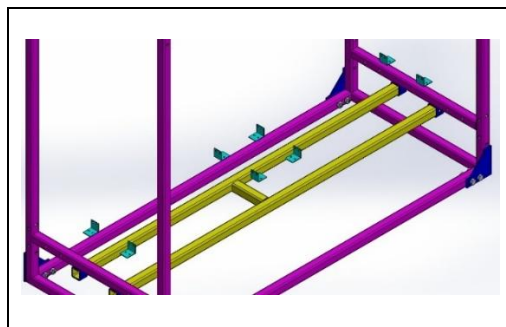
Tahap keempat perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 3 dengan *mounting* siku. *mounting* siku dipasang pada sub rakitan 3 dengan menggunakan baut dan mur. Hasil perakitan ini disebut sub rakitan 4. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 4 dapat dilihat pada gambar 22.



Gambar 22. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 3



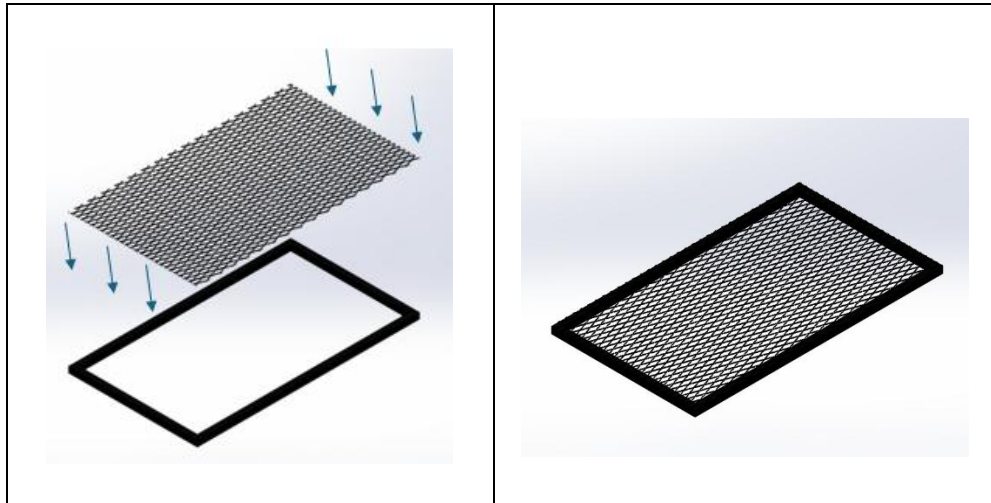
Gambar 23. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 4



Gambar 24. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 4

- Perakitan sub rakitan 4 dengan meja kerja

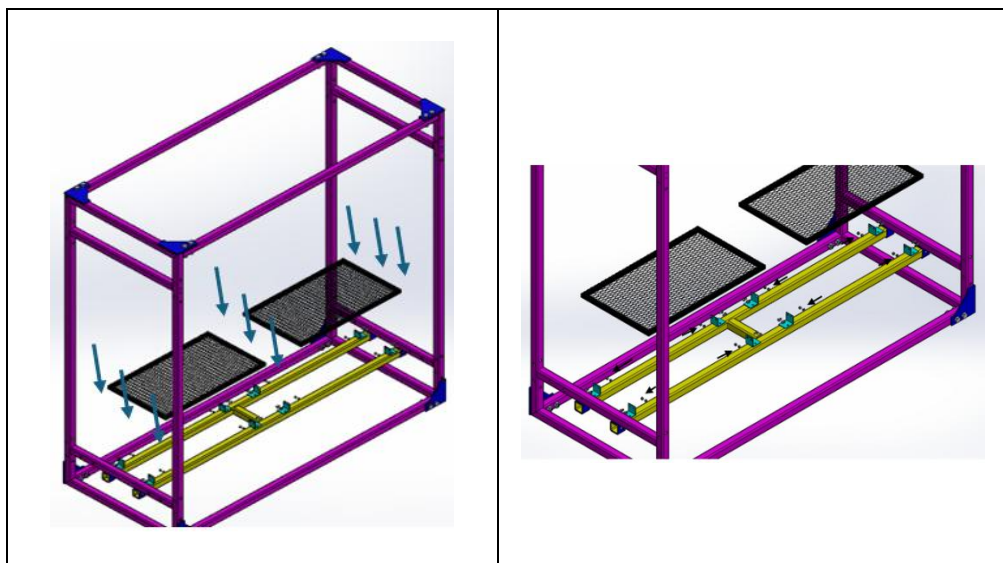
Tahap keempat perakitan mesin pemotong styrofoam otomatis adalah merakit sub rakitan 4 dengan bingkai kawat *expanded*. Kawat *expanded* dipasang dengan proses pengelasan menggunakan LAS SMAW pada sub rakitan 5. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 5 dapat dilihat pada gambar 25.



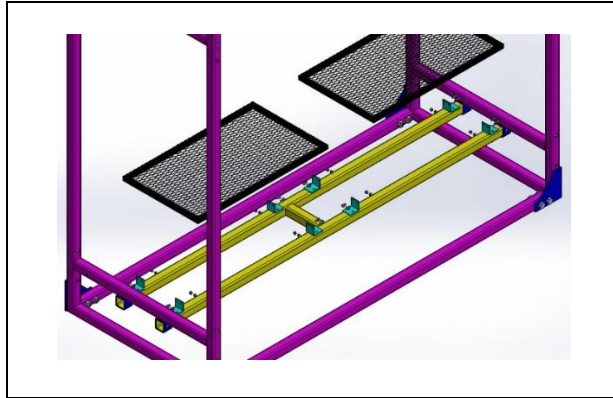
Gambar 25. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 5

- Perakitan sub rakitan 5 dengan meja kerja

Tahap kelima perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 5 dengan mounting siku. *mounting* siku dipasang pada sub rakitan 6 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 6 dapat dilihat pada gambar 26.



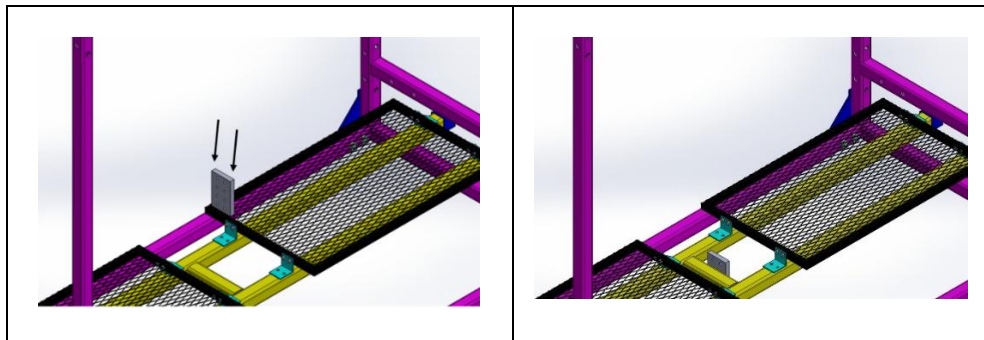
Gambar 26. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 6



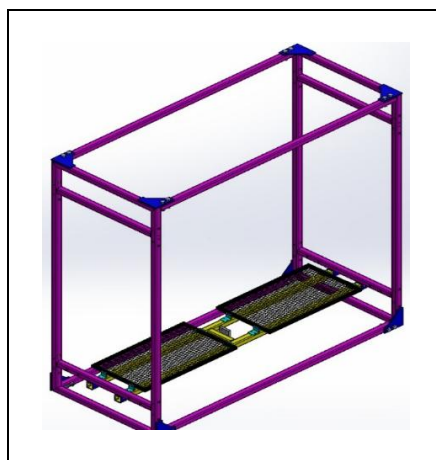
Gambar 27. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 6

- Perakitan sub rakitan 6 dengan bantalan *mounting* motor *stepper*

Tahapan keenam perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 6 dengan bantalan *mounting* motor *stepper* . Bantalan *mounting* motor *stepper* dipasang pada sub rakitan 7 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 7 dapat dilihat pada gambar 28. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan dapat dilihat pada gambar 29.



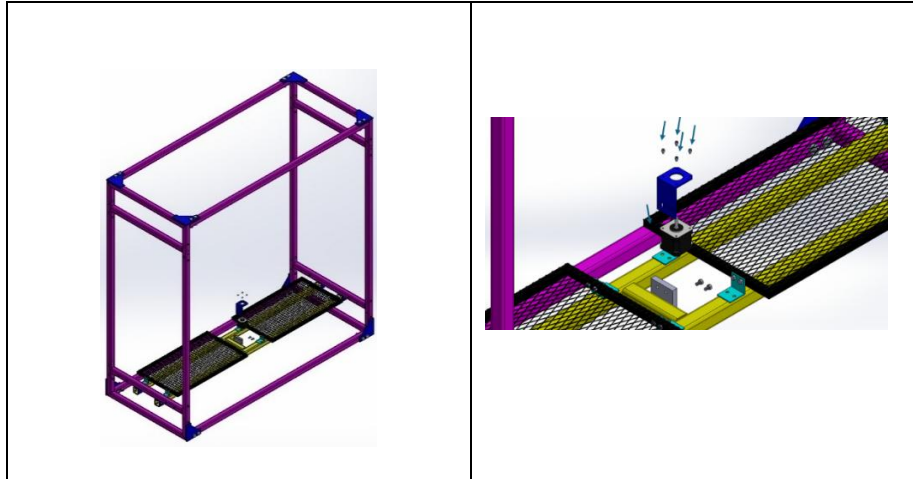
Gambar 28. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 7



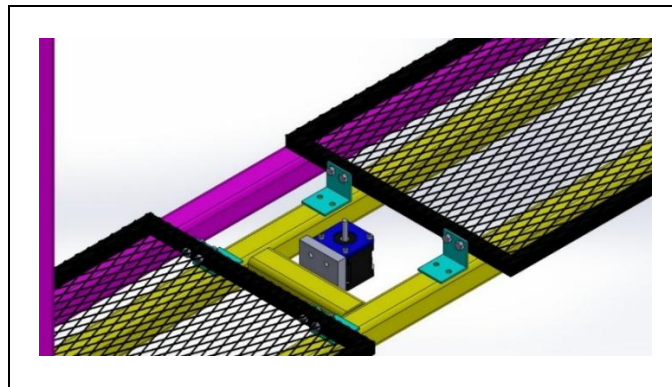
Gambar 29. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 7

- Perakitan sub 7 dengan motor *stepper*

Tahapan ketujuh perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 7 dengan motor *stepper*. Motor *stepper* dipasang pada sub 8 dengan menggunakan baut 1 dan mur. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 8 dapat dilihat pada gambar 30. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 8 dapat dilihat pada gambar 31.



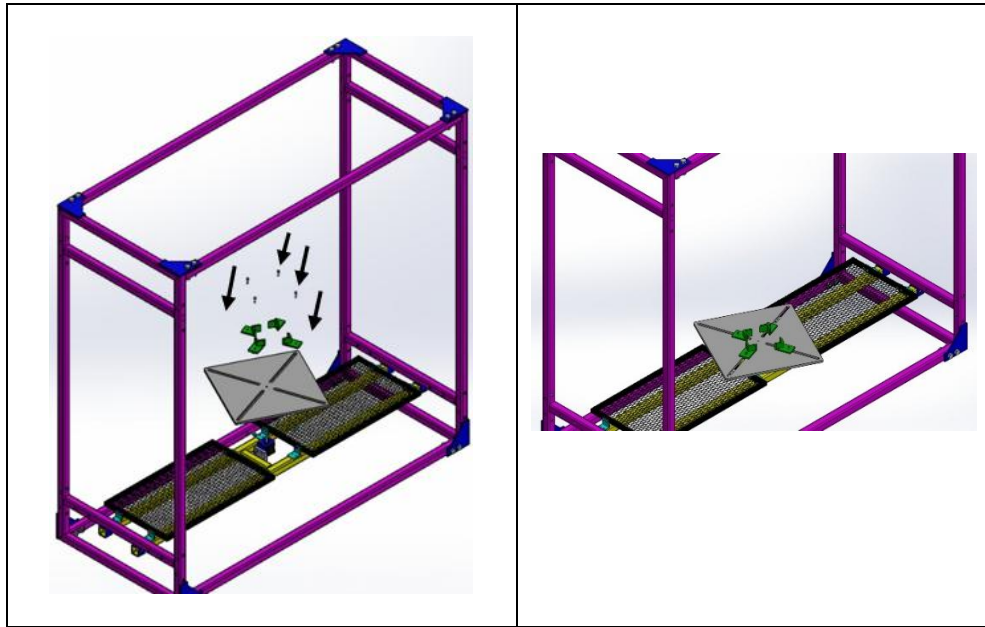
Gambar 30. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 8



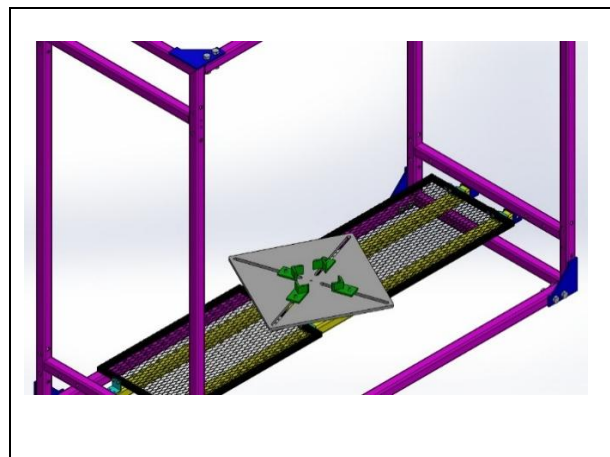
Gambar 31. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 8

- Perakitan sub 8 dengan *rotary table*

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 8 dengan *rotary table*. *Rotary table* dipasang pada sub rakitan 9 dengan *coupling flange shaft* dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 8 dapat dilihat pada gambar 32. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 8 dapat dilihat pada gambar 33.



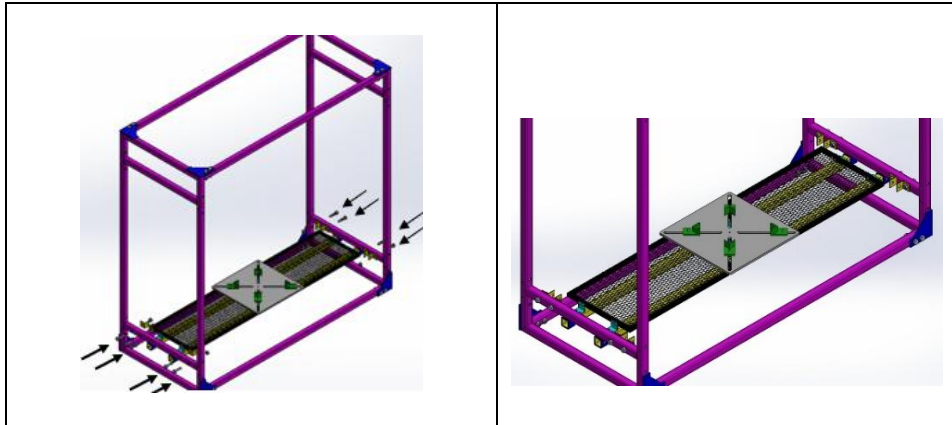
Gambar 32. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 9



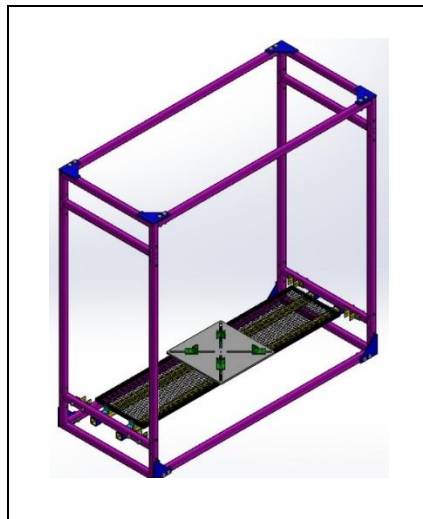
Gambar 33. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 9

- Perakitan sub 9 dengan *mounting z axis*

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 9 dengan *mounting z axis*. *mounting z axis* dipasang pada sub rakitan 10 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 10 dapat dilihat pada gambar 32. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 10 dapat dilihat pada gambar 33.



Gambar 34. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 10



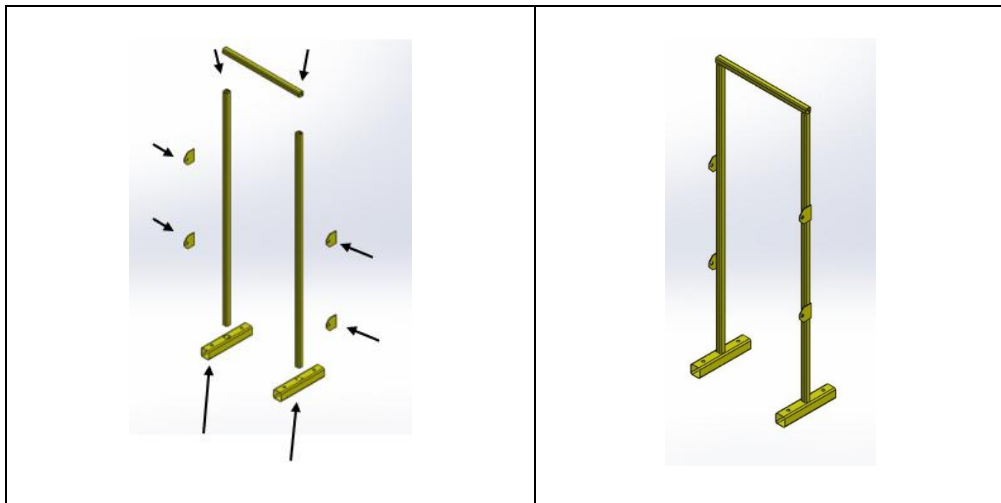
Gambar 35. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 10

- Perakitan sub 10 dengan *clamp* atas

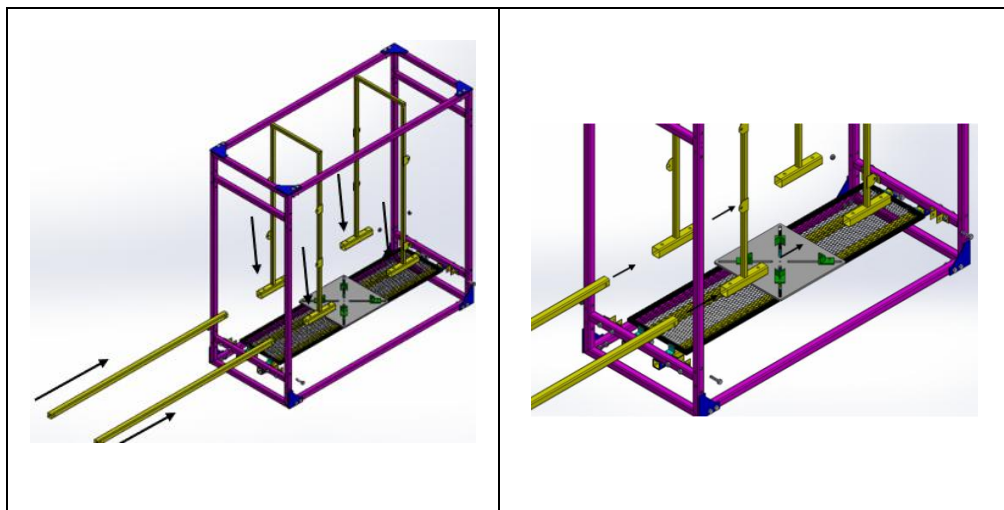
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 10 dengan *clamp* atas. *clamp* atas dipasang pada sub rakitan 11 dengan proses pengelasan menggunakan LAS SMAW pada sub rakitan 11. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 11 dapat dilihat pada gambar 36.

- Perakitan sub 11 dengan *frame z axis*

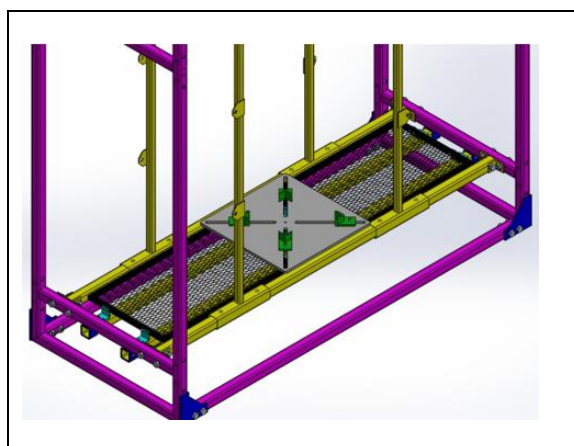
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 11 dengan *frame z axis*. *frame z axis* dipasang pada sub rakitan 12 dengan proses pengelasan menggunakan LAS SMAW pada sub rakitan 12. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 12 dapat dilihat pada gambar 37. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 12 dapat dilihat pada gambar 38.



Gambar 36. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 11



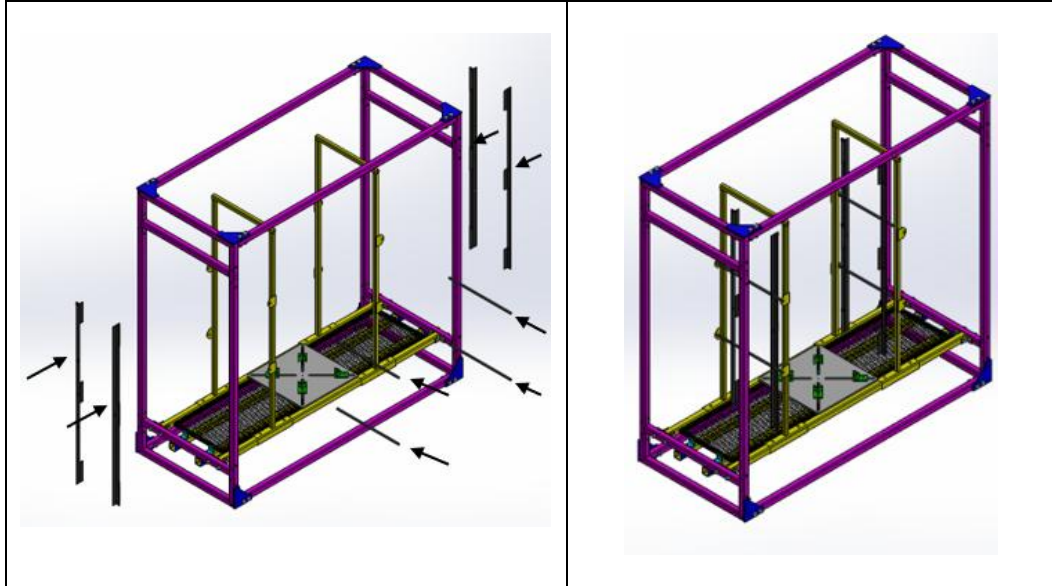
Gambar 37. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 12



Gambar 38. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 12

- Perakitan sub 12 dengan *shaft* penjepit *styrofoam*

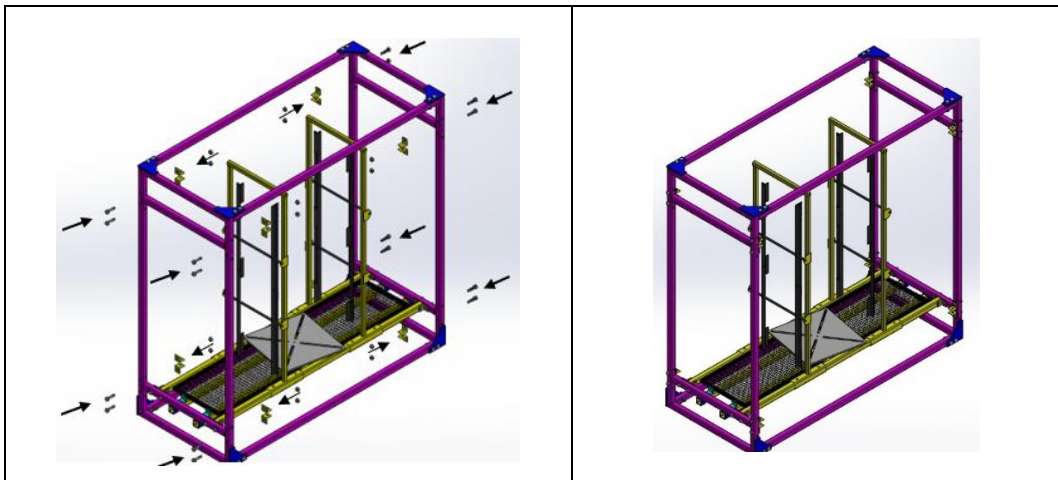
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 12 dengan *shaft* penjepit *styrofoam*. *shaft* penjepit *styrofoam* dipasang pada sub rakitan 13 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 13 dapat dilihat pada gambar 39.



Gambar 39. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 13

- Perakitan sub 13 dengan *mounting frame X axis*

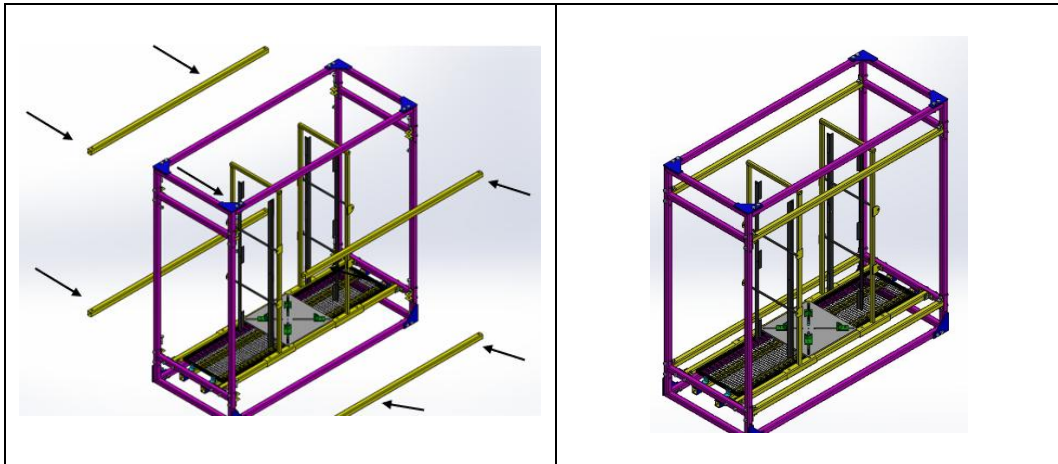
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merakit sub rakitan 13 dengan *mounting frame X axis*. *Mounting frame X axis* dipasang pada sub rakitan 14 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 14 dapat dilihat pada gambar 40.



Gambar 40. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 14

- Perakitan sub 14 dengan *frame X axis*

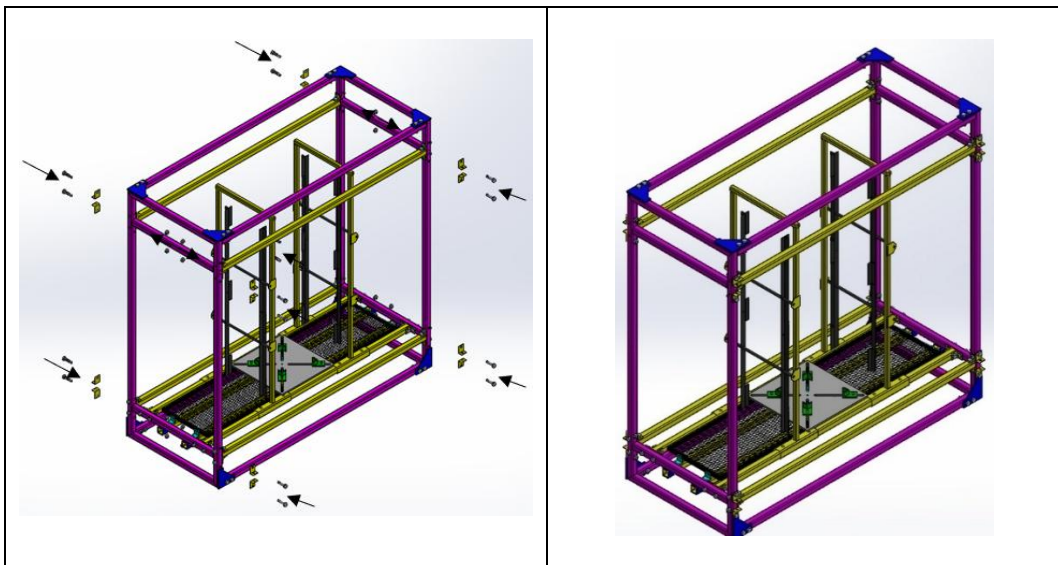
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 14 dengan *frame X axis*. *Frame X axis* dipasang pada sub rakitan 15 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 15 dapat dilihat pada gambar 41.



Gambar 41. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 15

- Perakitan sub 15 dengan *mounting rel roda X axis*

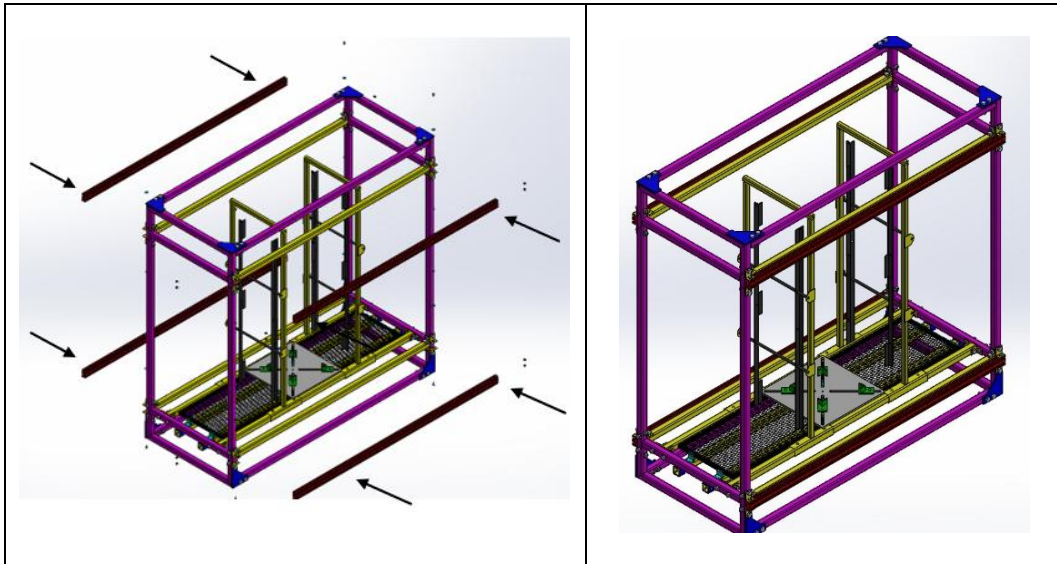
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 15 dengan *mounting rel roda X axis*. *Mounting rel roda X axis* dipasang pada sub rakitan 16 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 16 dapat dilihat pada gambar 42.



Gambar 42. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 16

- Perakitan sub 16 dengan rel roda X axis

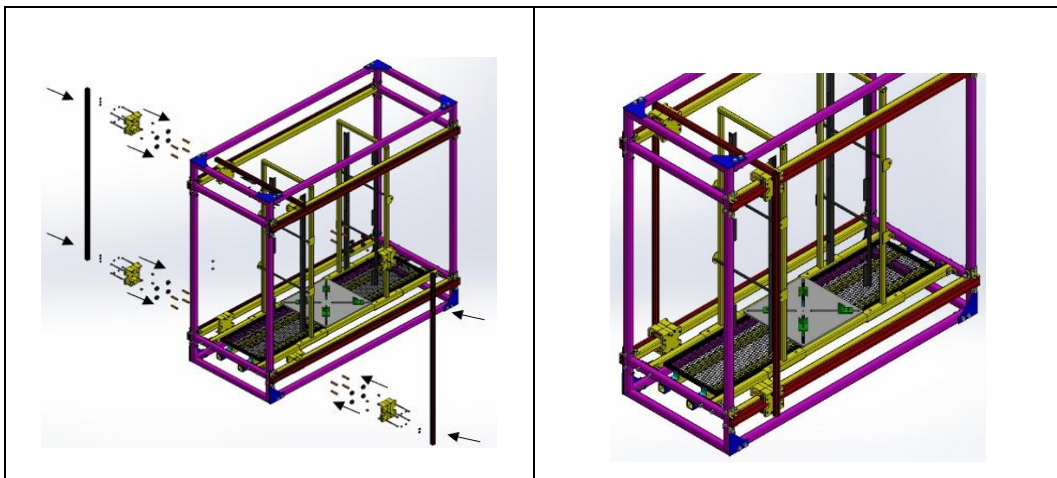
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 16 dengan rel roda X axis. Rel roda X axis dipasang pada sub rakitan 17 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 17 dapat dilihat pada gambar 43.



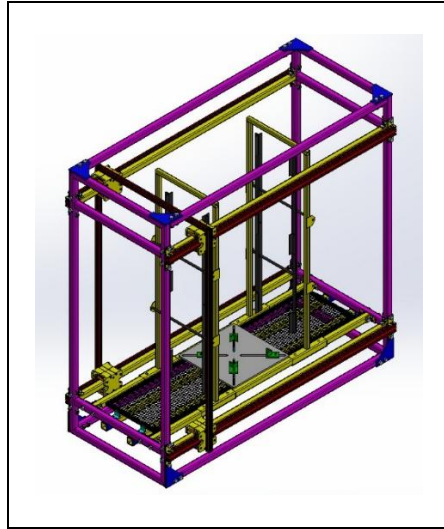
Gambar 43. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 17

- Perakitan sub 17 dengan mounting dan *frame* Y axis

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 17 dengan mounting dan *frame* Y axis. Mounting dan *frame* Y axis dipasang pada sub rakitan 18 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 18 dapat dilihat pada gambar 44. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 18 dapat dilihat pada gambar 45.



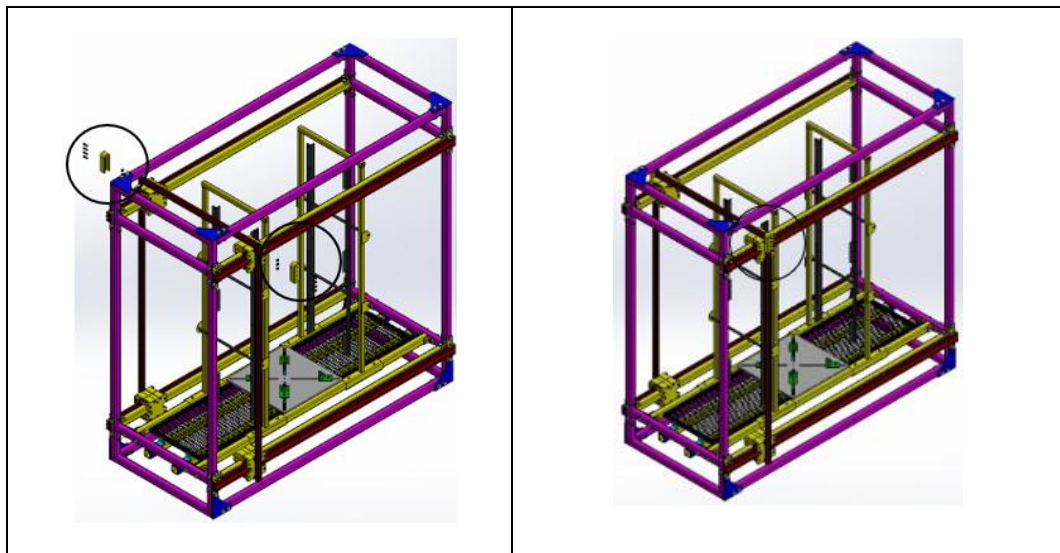
Gambar 44. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 18



Gambar 45. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 18

- Perakitan sub 18 dengan *bracket iddler pulley*

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 18 dengan *bracket iddler pulley*. *Bracket iddler pulley* dipasang pada sub rakitan 19 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 19 dapat dilihat pada gambar 46. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 19 dapat dilihat pada gambar 47.

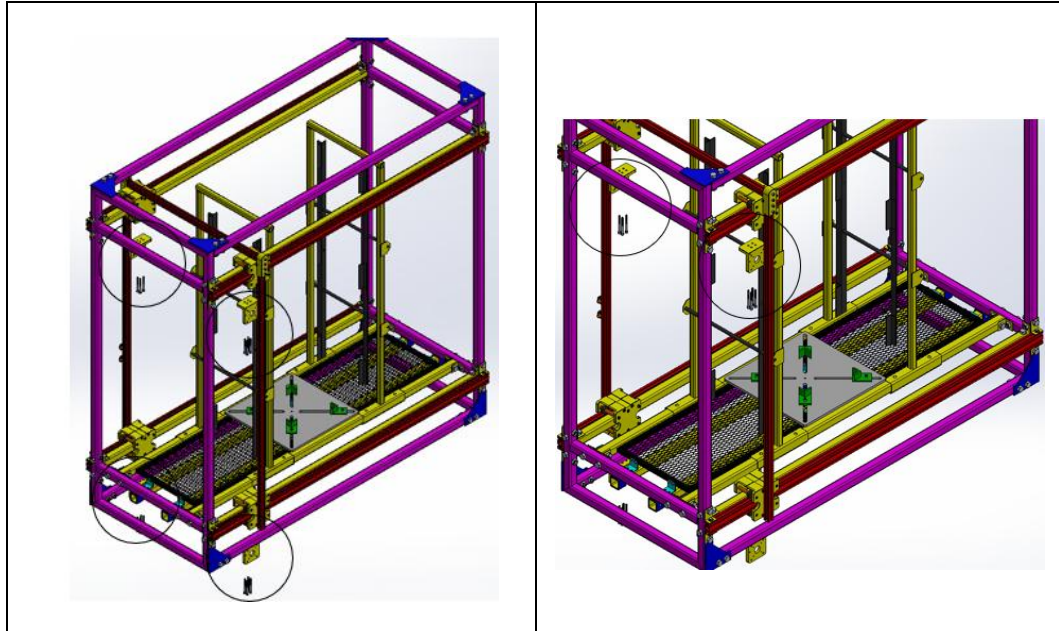


Gambar 46. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 19

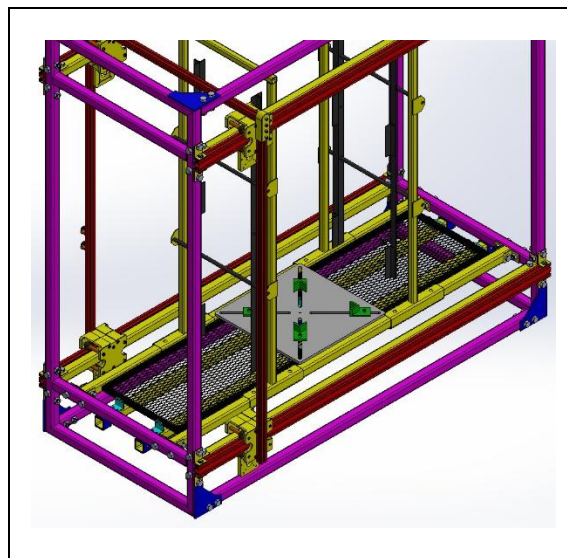
- Perakitan sub 19 dengan *bracket iddler pulley*

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 18 dengan *bracket iddler pulley*. *Bracket iddler pulley* dipasang pada sub rakitan 20 dengan

menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 19 dapat dilihat pada gambar 48. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 19 dapat dilihat pada gambar 49.



Gambar 47. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 20

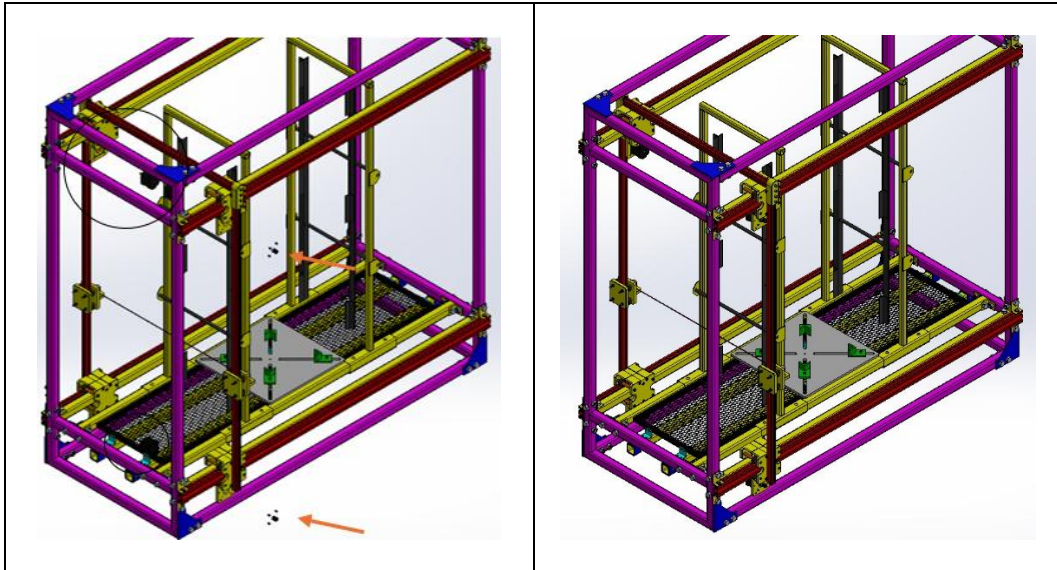


Gambar 48. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 20

- Perakitan sub 20 dengan motor *stepper* dan *idler pulley*

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 20 dengan *idler pulley*. *Idler pulley* dipasang pada sub rakitan 21 dengan menggunakan

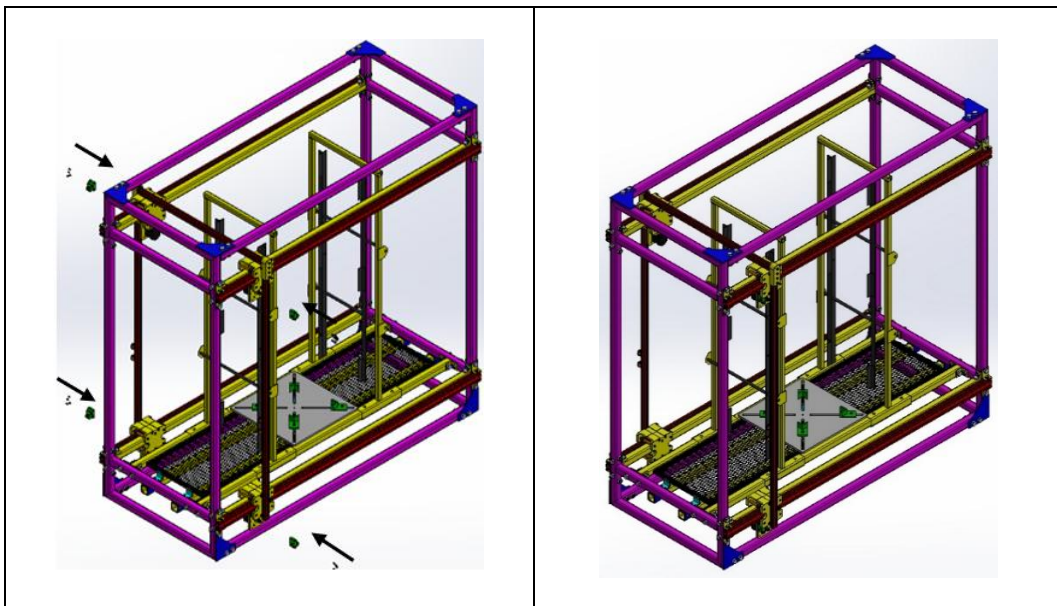
baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 21 dapat dilihat pada gambar 50.



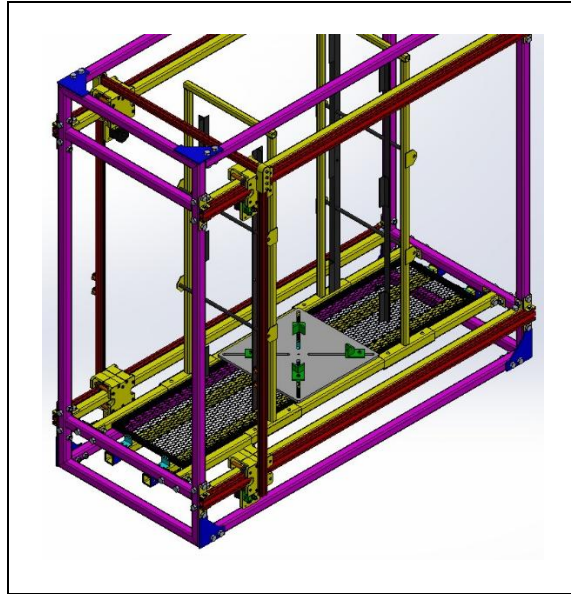
Gambar 49. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 21

- Perakitan sub 21 dengan *tensioner*

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 21 dengan *tensioner*. *Tensioner* dipasang pada sub rakitan 21 dengan menggunakan baut dan mur. *Iddler pulley* dipasang pada sub rakitan 22 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 22 dapat dilihat pada gambar 51. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 22 dapat dilihat pada gambar 52.



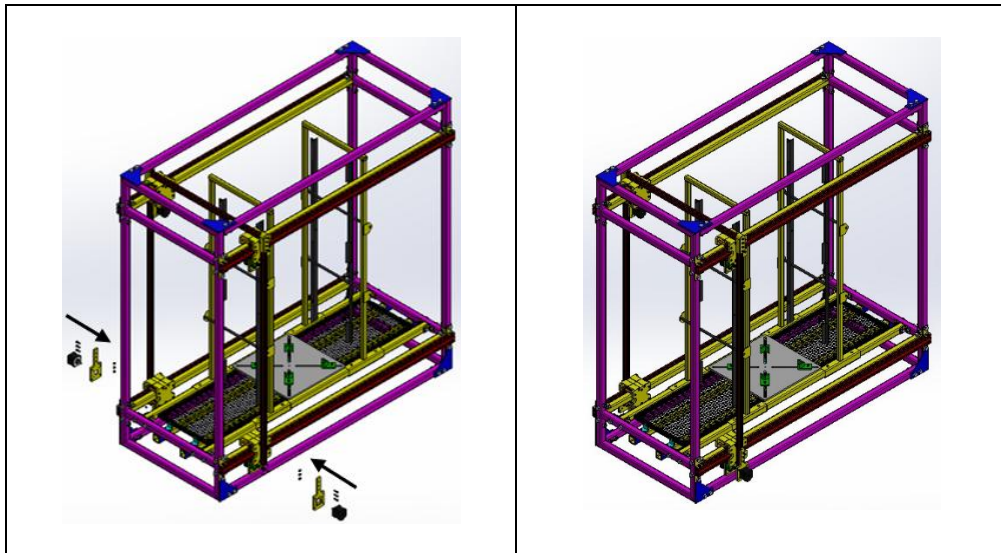
Gambar 50. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 22



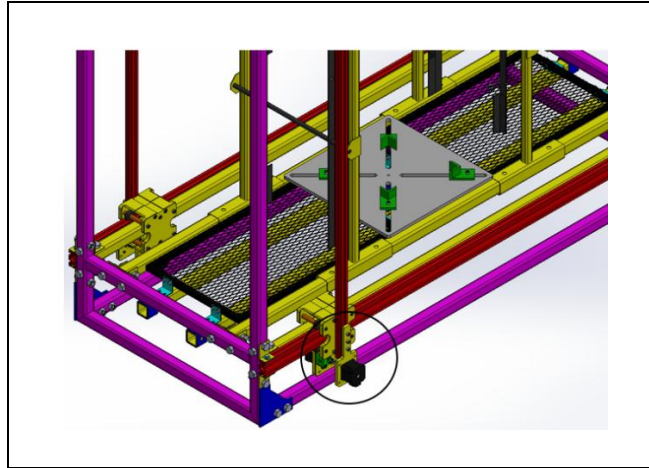
Gambar 51. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 22

- Perakitan sub 22 dengan motor *stepper* dan *mounting Y axis*

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 21 dengan motor *stepper* dan *mounting Y axis*. Motor *stepper* dan *mounting Y axis* dipasang pada sub rakitan 21 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 22 dapat dilihat pada gambar 53. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 22 dapat dilihat pada gambar 54.



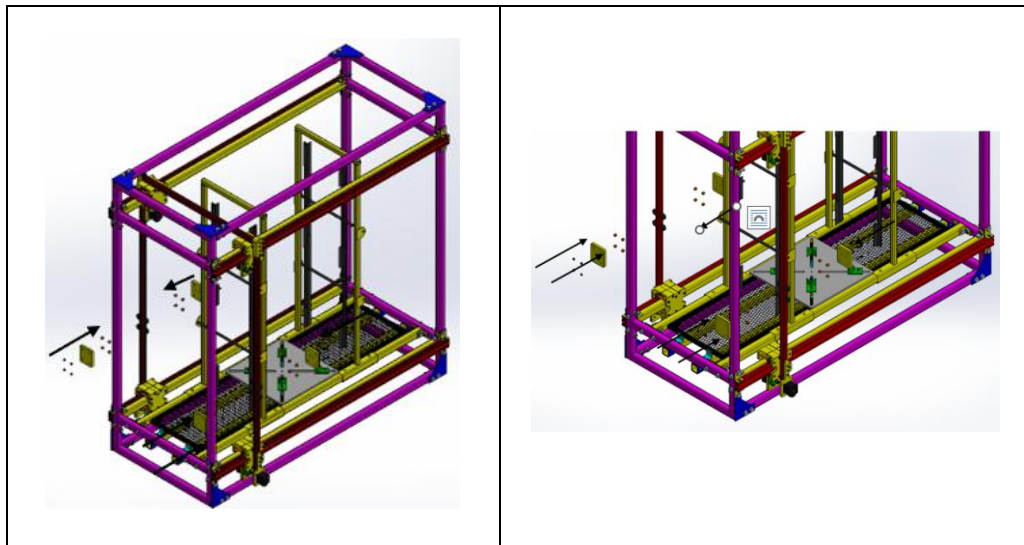
Gambar 52. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 23



Gambar 53. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 23

- Perakitan sub 23 dengan *mounting* kawat

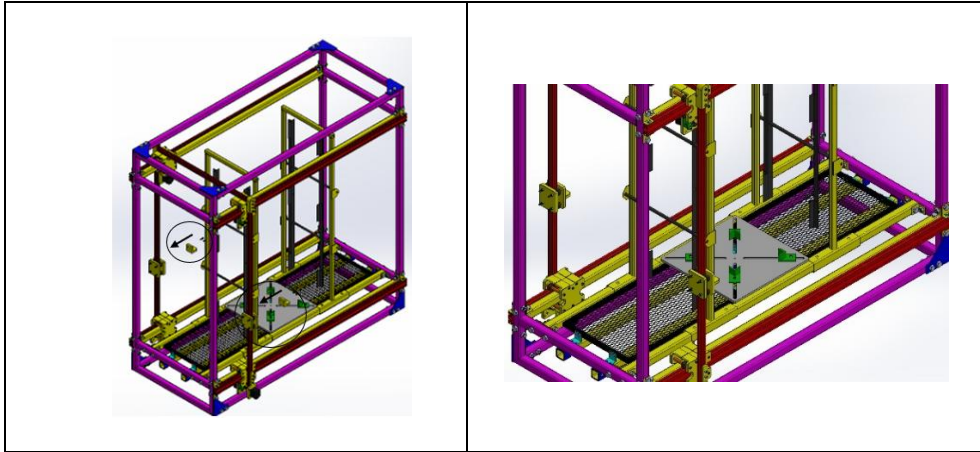
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 23 dengan *mounting* kawat. *Mounting* kawat dipasang pada sub rakitan 24 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 24 dapat dilihat pada gambar 55.



Gambar 54. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 24

- Perakitan sub 24 dengan *adjuster* kawat

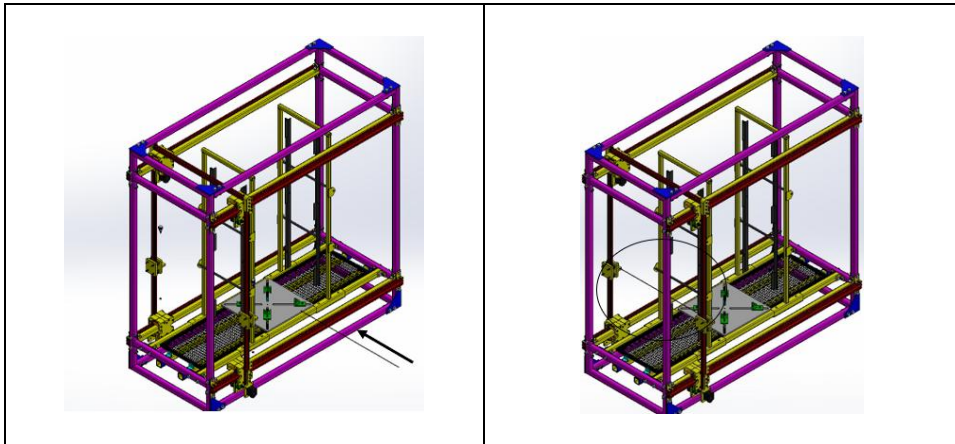
Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 24 dengan *adjuster* kawat. *Adjuster* kawat dipasang pada sub rakitan 25 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 25 dapat dilihat pada gambar 56.



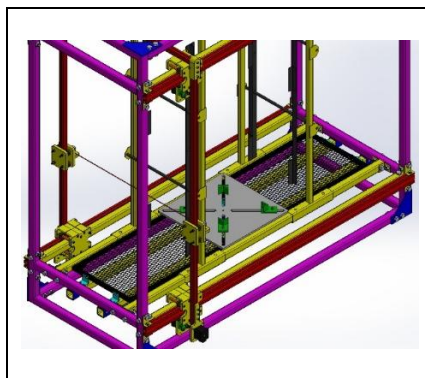
Gambar 55. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 25

- Perakitan sub 25 dengan kawat

Tahap kedelapan perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis adalah merkait sub rakitan 25 dengan kawat. kawat dipasang pada sub rakitan 26 dengan menggunakan baut dan mur. Model komponen yang di rakit dan sub rakitan 26 dapat dilihat pada gambar 57. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 26 dapat dilihat pada gambar 58.



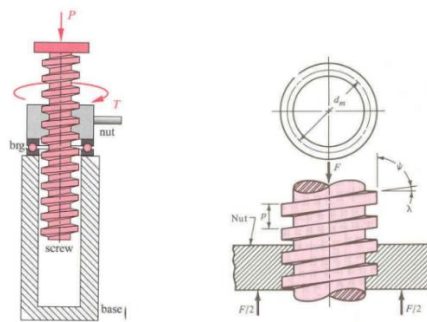
Gambar 56. Model komponen yang dirakit dan sub rakitan 26



Gambar 57. Detail model komponen yang dirakit dan sub rakitan 26

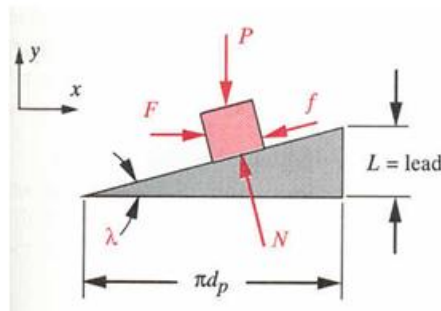
6. Ulir daya

Ulir daya adalah elemen mekanis yang digunakan untuk mengkonversi gerak putar menjadi gerak lurus. Tujuan ulir daya yaitu mentransmisikan daya dan menghasilkan gaya dorong maupun gaya tarik. Dalam sistem mekanis, ulir daya berperan penting dalam perhitungan mekanika seperti menentukan besarnya torsi yang dibutuhkan untuk mengangkat beban dan menghitung efisiensi mekanisme ulir. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja ulir daya meliputi jenis ulir, sudut ulir, koefisien gesek antara ulir dan mur. Ulir daya biasanya berkerja dengan prinsip keuntungan mekanis seperti gaya kecil yang diberikan secara rotasi dapat menghasilkan gaya linier yang jauh lebih besar. Oleh karena itu, dalam bidang teknik mesin, ulir daya merupakan elemen kunci dalam banyak mesin dan alat yang membutuhkan pengangkatan atau penekanan beban secara presisi dan aman. Skematik mekanisme ulir daya dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 58. Diagram benda bebas ulir daya

Berdasarkan gambar 15. Jika ulir dibuka satu lilitan ulir dan dibuat garis lurus, maka hasil diagram benda bebas akan seperti gambar 16. Gambar 16 adalah gambar diagram benda bebas yang menunjukkan potongan ulir dan gaya-gaya yang bekerja pada saat menaikkan beban.



Gambar 59. Diagram benda bebas potongan ulir pada saat menaikkan beban

Dengan menggunakan prinsip kesetimbangan gaya-gaya dalam arah x dan y, didapatkan kesetimbangan sebagai berikut:

$$\sum F_x = 0 = F - f \cos \lambda - N \sin \lambda = F - \mu N \cos \lambda - N \sin \lambda$$

$$F = N(\mu \cos \lambda + \sin \lambda) \dots\dots\dots \text{Persamaan (1)}$$

$$\sum F_y = 0 = N \cos \lambda = f \sin \lambda - P = N \cos \lambda - \mu N \sin \lambda - P$$

$$N = \frac{P}{(\cos \lambda - \mu \sin \lambda)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (2)}$$

μ adalah koefisien gesek antara *screw* dan mur. Jika persamaan (2) dimasukkan ke persamaan (1), maka diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$F = P \frac{(\mu \cos \lambda + \sin \lambda)}{\cos \lambda - \mu \sin \lambda}$$

Torsi T_s yang diperlukan untuk mengangkat beban adalah sebagai berikut:

$$T_s = F \frac{dp}{2} = \frac{Pdp}{2} \frac{(\mu \cos \lambda + \sin \lambda)}{(\cos \lambda - \mu \sin \lambda)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Torsi T_s dalam parameter pitch (p) adalah sebagai berikut:

$$T_s = \frac{Pdp}{2} \frac{(\mu \pi dp + p)}{(\pi dp - \mu p)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (4)}$$

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL PENGUJIAN

1. Kalibrasi aksis

Kalibrasi sumbu X dan Y bertujuan untuk menentukan jumlah langkah motor *stepper* yang diperlukan agar *hot wire* dapat bergerak sejauh 1 mm. Proses kalibrasi ini dilakukan agar pergerakan *hot wire* sesuai dengan jarak yang diinputkan pada *software* GRBL. Nilai resolusi aktual (*step/mm*) dapat dihitung menggunakan persamaan 4.1.

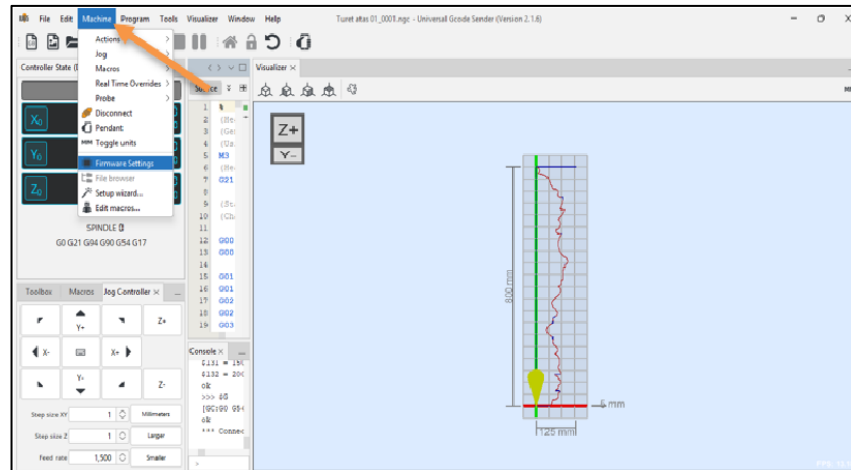
$\text{Step/mm} = \frac{(\text{microstep})}{(\text{Belt pitch} \times \text{pulley number of teeth})}$	4.1
--	-----

Resolusi aktual merupakan nilai yang diinginkan agar aktuator dapat menggerakkan sumbu X dan Y dengan jarak tempuh sesuai dengan jarak yang diinputkan. *Driver* yang digunakan yaitu *driver* TB6600 dengan pengaturan *step* pada *driver* yang digunakan sebesar 1.600 *step* per putaran. spesifikasi *belt* yaitu *pitch* 2 mm, dan jumlah gigi 20. Nilai resolusi yang diinginkan dapat dihitung dengan besaran sebagai berikut:

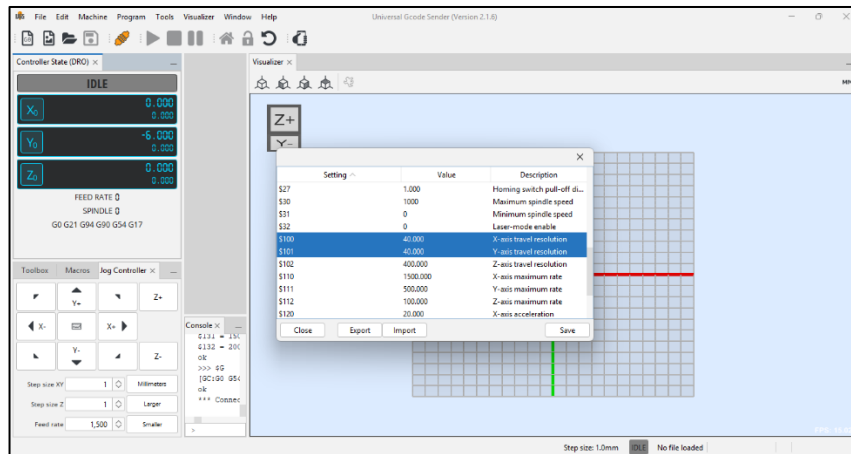
$$\begin{aligned}\text{Microstep} &= 1.600 \text{ step} \\ \text{Belt pitch} &= 2 \text{ mm} \\ \text{Pulley number of teeth} &= 20 \text{ teeth} \\ \text{Step/mm} &= \frac{(1.600)}{(2 \times 20)} \\ \text{Step/mm} &= \frac{(1.600)}{(40)} \\ \text{Step/mm} &= 40 \text{ step/mm}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan tersebut dimasukkan ke dalam pengaturan *firmware* yang tersedia dalam *software* *Universal G-code Sender* (UGS). Untuk menginput nilai resolusi aktual pada UGS, terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan. Pertama, arahkan kursor ke fitur "*Machine*" pada *software* UGS, lalu klik menggunakan tombol kiri *mouse*. pada monitor akan tampak tampilan seperti pada gambar 20.

Langkah selanjutnya adalah arahkan kursor ke fitur "*Firmware Setting*" kemudian tombol *mouse* sebelah kiri di-klik. Setelah Langkah ini dilakukan pada monitor akan tampak tampilan seperti pada gambar 21.



Gambar 60. Fitur *Machine* pada software UGS



Gambar 61. Tampilan *firmware setting*

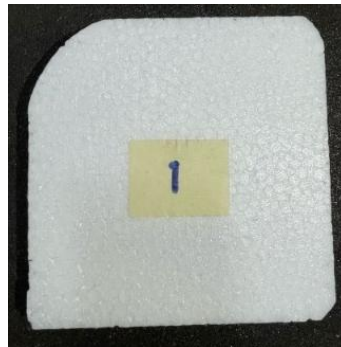
Kalibrasi untuk sumbu X dan Y juga menggunakan resolusi sebesar 40 step/mm, karena menggunakan spesifikasi *timming pulley* 20 gigi dan *timming belt* 2 mm. Nilai kalibrasi untuk sumbu X sebesar 40 step/mm dimasukkan ke dalam parameter \$100, sedangkan nilai kalibrasi untuk sumbu Y sebesar 40 step/mm dimasukkan ke dalam parameter \$101, dan nilai kalibrasi sumbu Z sebesar 400 step/mm dan dimasukan ke dalam parameter \$102. Setelah nilai kalibrasi untuk sumbu X,Y dan Z dimasukkan ke parameter masing-masing, langkah berikutnya adalah mengklik tombol "Save" untuk menyimpan pengaturan. Dengan hasil kalibrasi ini, aktuator dapat menggerakkan *hot wire* sesuai dengan jarak yang diinputkan.

2. Pengujian pemotongan *styrofoam*

Pada pengujian pemotongan *styrofoam* lembaran dengan ketebalan 2 cm, *feed rate* yang digunakan yaitu 300 mm/min, sementara temperatur divariasikan pada setiap pengujian.

langkah selanjutnya yaitu mencari *feed rate* yang optimal dengan cara menambah nilai *feed rate* dengan kelipatan 100. Pemotongan dilakukan menggunakan *hot wire cutting* dengan posisi melintang terhadap sumbu x. Bentuk pemotongan yang diuji yaitu berbentuk persegi 100x100 mm. Pengujian ini bertujuan untuk menentukan temperatur optimal dalam proses pemotongan *styrofoam*.

- Pada pengujian pertama, *feed rate* diatur pada 500 mm/min dengan temperatur yang diberikan sebesar 7 V. Pengujian pertama pemotongan *styrofoam* dapat dilihat pada gambar 31.



Gambar 62. Hasil pengujian pertama

Setelah dilakukan uji pertama dengan menggunakan *feed rate* 500 mm/min dan tegangan 7 V, didapatkan hasil sebagai berikut:

- Kawat pemotong tertinggal,
- Terdapat banyak sisa jaring-jaring pemotongan, dan
- Bentuk yang dihasilkan tidak sesuai.

Hasil pemotongan ini masih jauh dari yang diharapkan. Oleh karena itu untuk memperoleh hasil yang lebih baik, pengujian ulang dilakukan dengan menambahkan tegangan sebesar 1 V pada setiap pengujian.

- Pengujian kedua pada pemotongan *styrofoam* dengan ketebalan 2 cm dilakukan dengan pengaturan *feed rate* 600 mm/min dan tegangan sebesar 8 V pada kawat pemotong. Pengujian kedua pemotongan *styrofoam* dapat dilihat pada gambar 32.



Gambar 63. Hasil pengujian pemotongan *styrofoam* kedua

Setelah dilakukan uji kedua dengan menggunakan *feed rate* 600 mm/min dan tegangan 8 V, didapatkan hasil sebagai berikut:

- Kawat pemotong tertinggal,
- Terdapat banyak sisa jaring-jaring pemotongan, dan
- Bentuk yang dihasilkan masih kurang sesuai.

Hasil pemotongan ini masih jauh dari yang diharapkan. Oleh karena itu untuk memperoleh hasil yang lebih baik, pengujian ulang dilakukan dengan meningkatkan tegangan sebesar 1 V pada setiap pengujian.

- Pengujian ketiga pada pemotongan styrofoam dengan ketebalan 2 cm dilakukan dengan pengaturan *feed rate* 700 mm/min dan tegangan sebesar 9 V pada kawat pemotong. Pengujian kedua pemotongan *styrofoam* dapat dilihat pada gambar 33.



Gambar 64. Hasil pengujian *styrofoam* ketiga

Pada kalibrasi pengujian pemotongan *styrofoam* ini diperoleh hasil sebagai berikut:

- Kawat pemotong tidak tertinggal,
- Terdapat banyak sisa jaring-jaring pemotongan, dan
- Bentuk sesuai dengan input.

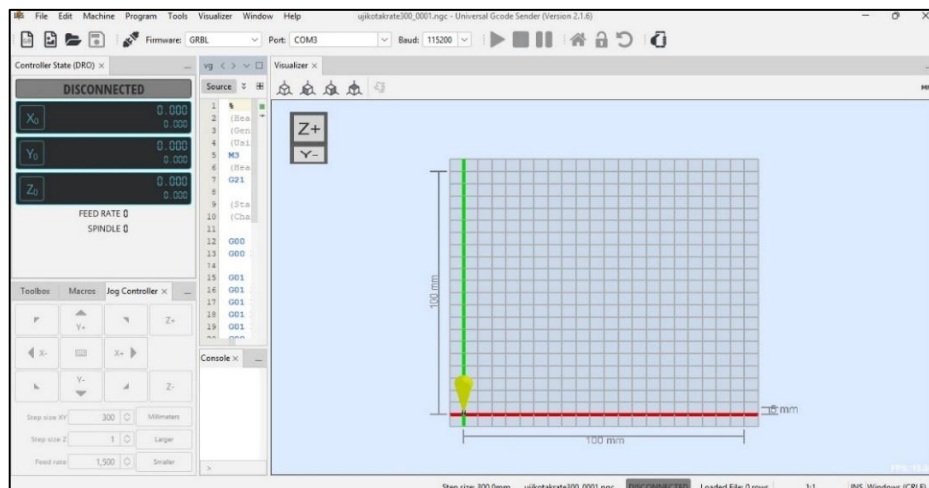
Hasil tersebut sudah bagus dan optimal seperti terlihat pada gambar 24 hasil pengujian ketiga. Hasil dari pengujian ketiga pemotongan *styrofoam* tersebut sudah sesuai dengan yang diinput dan optimal. Dapat disimpulkan bahwa untuk memotong *styrofoam* diperlukan tegangan minimum sebesar 11,5 v dengan tebal 2 mm, dan *feed rate* 700 mm/min. Setelah didapatkan temperatur minimum untuk memotong *styrofoam*, selanjutnya dilakukan pengujian pemotongan *styrofoam* dengan variabel yang berbeda.

3. Hasil pengujian pemotongan *styrofoam*

Pengujian ini dilakukan pada beberapa variabel pengujian yang berpengaruh terhadap proses pemotongan *styrofoam*. Variabel tersebut yaitu tegangan dan kecepatan. Setiap variabel memiliki konfigurasi yang berbeda-beda. Variabel tegangan pengujian terdiri dari 9.5 V, 10 V, 10.5 V, 11 V dan 11.5 V. Variabel kecepatan pengujian terdiri dari 300 mm/min, 400 mm/min, 500 mm/min, 600 mm/min dan 700 mm/min. Diameter mata potong pada *software inkscape* menggunakan diameter 0.03 mm.

Pengujian yang akan dilakukan berdasarkan desain eksperimen yang telah ditentukan. Desain eksperimen tersebut memiliki 5 konfigurasi pengujian dengan bentuk persegi 100 x 100 mm. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Dari hasil pengujian pemotongan *styrofoam* didapatkan tegangan dan *feed rate* yang optimal untuk mendapatkan hasil yang sesuai target. Variabel pemotongan yang sesuai target yaitu *feed rate* 500 mm/min dengan tegangan 10 V, *feed rate* 600 mm/min dengan temperatur 11 V, dan *feed rate* 700 mm/min dengan temperatur 11.5 V.



Gambar 65. Tampilan *software interface* saat melakukan pemotongan

Tabel 1. Hasil pengujian pemotongan *styrofoam*

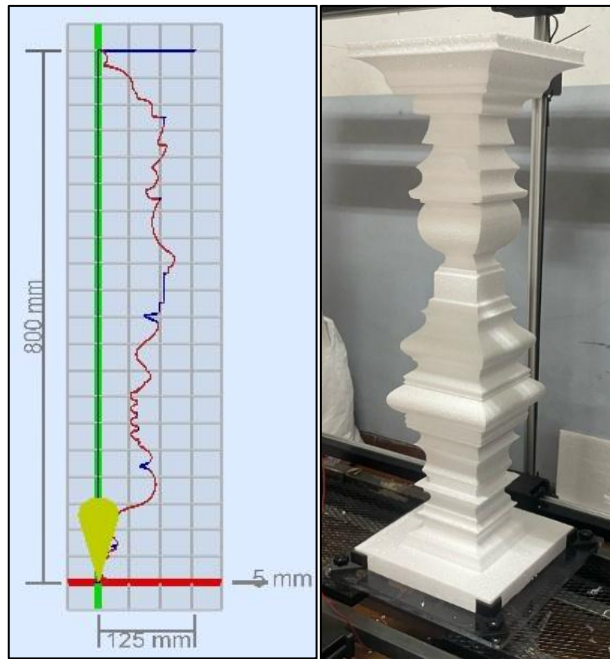
Feed Rate (mm/min)	Tegangan (Volt)	Foto hasil pemotongan	Keterangan
300	9.5		Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil potongan <i>styrofoam</i> berukuran 90,8 mm.
400	10		Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil potongan <i>styrofoam</i> berukuran 90,7 mm.
500	10.5		Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil potongan <i>styrofoam</i> berukuran 90,9 mm.

Tabel 2. Hasil pengujian pemotongan *styrofoam* (lanjutan)

<i>Feed Rate</i> (mm/min)	Tegangan (Volt)	Foto hasil pemotongan	Keterangan
600	11		Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil potongan <i>styrofoam</i> berukuran 100 mm.
700	11.5		Pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil potongan <i>styrofoam</i> berukuran 100 mm.

Setelah *feed rate* dan tegangan yang optimal untuk memotong *styrofoam*, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian pemotongan dengan motif beragam menggunakan *file G-code*. *File G-code* dimuat ke dalam *software Universal G-code Sender*, kemudian divisualisasikan untuk memastikan kesesuaian jalur pemotongan.

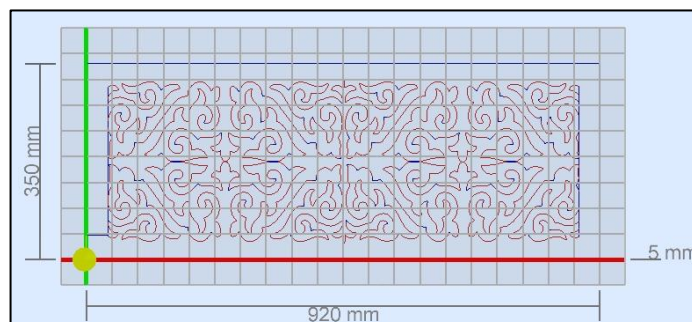
Pada jendela visualisasi, terdapat kursor/penunjuk berwarna kuning yang menunjukkan posisi aktuator dan bergerak mengikuti jalur yang ditentukan oleh *G-code*. Setelah dipastikan bahwa jalur visualisasi sesuai dengan desain dari perangkat lunak pemodelan, *file G-code* dikirim ke mikrokontroler dan proses pemotongan berlangsung secara otomatis. Hasil dari pemotongan bentuk pilar bertingkat dengan dimensi 800 mm x 250 mm dapat dilihat pada gambar 35.



Gambar 66. Visualisasi dan hasil dari pemotongan dengan bentuk pilar bertingkat

Prinsip kerja pemotongan *styrofoam* berbentuk awal balok yaitu kawat pemotong bergerak memotong *styrofoam* satu segmen, kemudian setelah selesai memotong satu segmen *styrofoam* diputar secara otomatis untuk memotong segmen berikutnya. Jumlah sisi yang dipotong menyesuaikan *input g-code* yang telah dibuat. Setiap sisi yang dibuat tidak dapat berbeda dikarenakan program hanya menyalin sisi pertama kemudian mengulangnya. Pengujian pemotongan *styrofoam* berbentuk awal balok yang dilakukan adalah membuat bentuk pilar bertingkat 4 sisi. Motif tersebut dibuat pada parameter operasi mesin dengan variabel tegangan 10.5 V dan variabel kecepatan 500 mm/min. Berikutnya dilakukan pengujian pemotongan dengan beberapa motif berbeda.

Motif batik dibuat dengan parameter operasi tegangan 11V dan kecepatan 600 mm/min. Hasil pemotongan dan visualisasi file G-code pada beberapa pengujian tersebut dapat dilihat pada gambar 25, 26, 27 dan 28.



Gambar 67. Visualisasi file G-code



Gambar 68. Visualisasi file *G-code* dan hasil pemotongannya

Motif burung dibuat dengan parameter operasi tegangan 11.5 dan kecepatan 700 mm/min.



Gambar 69. Visualisasi file *G-code*



Gambar 70. Hasil pemotongan motif burung

Dari pengujian di atas didapatkan hasil bahwa mesin pemotong *styrofoam* selain dapat memotong *styrofoam* berbentuk awal balok, dapat juga memotong *styrofoam* berbentuk awal lembaran.

4. Perhitungan torsi untuk menggerakkan *hot wire* dan *rotary table*

Pada penelitian ini diperlukan perhitungan torsi untuk menentukan besarnya torsi yang dibutuhkan guna menggerakkan *hot wire* pada sumbu X dan Z, serta menggerakkan *rotary table* pada sumbu Y. Tujuan dari perhitungan ini adalah untuk memastikan bahwa tipe dan spesifikasi motor *stepper* yang dipilih mampu menggerakkan *hot wire* searah sumbu x, dan sumbu y, serta menggerakkan *rotary table* searah sumbu z pada mesin pemotong *styrofoam* otomatis.

1) Perhitungan torsi yang diperlukan untuk menggerakkan *hot wire* searah sumbu x

Perhitungan torsi yang diperlukan untuk menggerakkan *hot wire* searah sumbu x pada mesin pemotong *styrofoam* otomatis dilakukan untuk mengetahui apakah torsi motor *stepper* pada sumbu x mampu menggerakkan *hot wire*. Ada beberapa persamaan untuk mengetahui torsi motor *stepper* pada sumbu x yaitu persamaan gaya gesek dan persamaan torsi. Diagram benda bebas *hot wire* dapat dilihat pada gambar 16.

- Persamaan gaya gesek

Persamaan gaya gesek digunakan untuk mencari gaya gesek pada *hot wire* searah sumbu x. Persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan 3.1

$$F = \mu \cdot N \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.1}$$

Keterangan:

μ = Koefisien gesek

N = Gaya normal dari tumpuan ke *hot wire*

Parameter yang sudah diketahui dalam persamaan gaya gesek pada *hot wire* searah sumbu x adalah sebagai berikut:

$$\mu = 0,1$$

$$N = w = m \cdot g$$

$$= 257 \text{ Kg } (9,81) \text{ m/s}^2$$

$$N = 2521,2 \text{ N}$$

$$F = \mu \cdot N$$

$$= 0,1 (2521,2)$$

$$= 252,12 \text{ N}$$

- Persamaan torsi

Persamaan untuk menghitung torsi yang diperlukan untuk menggerakkan *hot wire* searah sumbu x dapat dilihat pada persamaan 3.2

$$\text{Torque} = F \cdot r \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.2}$$

Keterangan:

F = gaya gesek

r = radius *pulley*

Parameter yang sudah diketahui dalam persamaan 3.2 adalah sebagai berikut:

$$F = 252,12$$

$$r = 6 \text{ mm} = 0,6 \text{ cm}$$

$$T = F.r$$

$$= 252,12 (0,6)$$

$$= 1,513 \text{ Ncm}$$

2) Perhitungan torsi yang diperlukan untuk menggerakkan *hot wire* searah sumbu y

Perhitungan torsi yang diperlukan untuk menggerakkan *hot wire* searah sumbu y pada mesin pemotong styrofoam otomatis dilakukan untuk mengetahui apakah motor *stepper* pada sumbu y mampu menggerakkan *hot wire*. Ada beberapa persamaan untuk mengetahui torsi motor stepper pada sumbu y yaitu persamaan gaya gesek dan persamaan torsi.

- Persamaan gaya gesek

Persamaan gaya gesek yang digunakan untuk mencari gaya gesek pada *hot wire* searah sumbu y. Persamaan tersebut dapat dilihat pada persamaan 3.2. Parameter yang sudah diketahui dalam persamaan gaya gesek pada *hot wire* searah sumbu y adalah sebagai berikut:

$$\mu = 0,1$$

$$N = w = m.g$$

$$N = 0,336 \text{ Kg} (9,81) \text{ m/s}$$

$$N = 3,296 \text{ N}$$

$$F = \mu.N$$

$$= 0,1 (3,296)$$

$$= 0,3296 \text{ N}$$

- Persamaan torsi

Persamaan untuk menghitung torsi yang diperlukan untuk menggerakkan *hot wire* searah sumbu y dapat dilihat pada persamaan 3.2. Parameter yang sudah diketahui dalam persamaan 3.2 adalah sebagai berikut:

$$F = 0,3296 \text{ N}$$

$$r = 6 \text{ mm} = 0,6 \text{ cm}$$

$$T = F.r$$

$$= 0,3296 . (0,6)$$

$$= 0,198 \text{ Ncm}$$

3) Perhitungan torsi yang diperlukan untuk menggerakkan *rotary table* searah sumbu z

Perhitungan torsi yang diperlukan untuk menggerakkan *rotary table* searah sumbu z pada mesin pemotong *styrofoam* otomatis dilakukan untuk mengetahui apakah torsi motor stepper pada sumbu z mampu menggerakkan *rotary table*. Persamaan untuk mengetahui torsi motor *stepper* pada sumbu z yaitu persamaan (4). Parameter yang sudah diketahui dalam persamaan 4 adalah sebagai berikut:

$$F = w \cdot m \cdot g$$

$$= 1,01 (9,81)$$

$$= 9,918 \text{ N}$$

Dari hasil perhitungan torsi menunjukkan bahwa torsi maksimal yang didapatkan untuk menggerakkan *hot wire* searah sumbu x dan sumbu y maupun untuk menggerakkan adalah sebesar 1,513 Nm. Nilai ini berada di bawah torsi maksimum yang mampu dihasilkan oleh motor stepper NEMA 23, yaitu sebesar 2,3 Nm. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa motor stepper NEMA 23 dapat menggerakkan *hot wire* searah sumbu x dan sumbu y, serta *rotary table* searah sumbu z dengan torsi yang mencukupi.

5. Analisa hasil pengujian gerak mesin pemotong *styrofoam* otomatis

Berdasarkan hasil pengujian pemotongan *styrofoam* yang telah dilakukan terdapat beberapa hasil pengujian, didapat berbagai data terkait performa dan pergerakan mesin. Data hasil pengujian tersebut perlu dianalisa untuk mengevaluasi keakuratan serta efisiensi gerak mesin dalam proses pemotongan. Analisa hasil pengujian tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Mekanisme pergerakan mesin pemotong *styrofoam* otomatis pada sumbu X, Y, dan Z beroperasi dengan baik, sehingga tidak ditemukan kesalahan dalam sistem mekanisme mesin selama proses pemotongan *styrofoam* otomatis, dan
- b. Mesin pemotong *styrofoam* otomatis layak digunakan untuk pemotongan,
 - c. Kawat pemotong dapat bergerak sesuai input *g-code*,
- d. Pemotongan *styrofoam* dapat berfungsi dengan baik serta dapat digunakan untuk memotong *styrofoam* berbentuk lembaran maupun berbentuk balok,
- e. Minimal *feed rate* dan tegangan yang dapat digunakan untuk memotong *styrofoam* dengan ketebalan 2 cm adalah 500 mm/min dengan tegangan 10.5 V, sedangkan maksimal *feed rate* dan tegangan yang dapat digunakan untuk memotong *styrofoam* dengan ketebalan 2 cm adalah 700 mm/min dengan tegangan 11.5 V.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Perancangan dan pembuatan mesin pemotong *styrofoam* otomatis telah berhasil direalisasikan. Mesin pemotong *styrofoam* otomatis yang dibuat memiliki dimensi 130 x 130 x 50 cm. Mesin pemotong *styrofoam* otomatis dapat melakukan proses pemotongan *styrofoam* pada benda kerja berbentuk balok dan lembaran. *Styrofoam* balokan yang mampu dipotong adalah 25 x 25 cm dan *styrofoam* lembaran yang mampu di potong adalah 100 x 100 cm.

2. Saran

Pada mesin pemotong *styrofoam* memiliki kekurangan dalam pengaturan arus masuk ke kawat pemotong, yang masih dilakukan secara manual. Hal ini menyebabkan proses pengaturan arus menjadi kurang praktis dan sulit dikendalikan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan sistem kendali dengan menerapkan metode pengaturan arus menggunakan *Pulse Width Modulation* (PWM) agar arus dapat dikendalikan secara otomatis, sehingga meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam pengoperasian mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Permatasari, “Rancang Bangun Mesin Computer Numerical Control(CNC) Laser Cutter 3 Axis Menggunakan Breakout Board USB Mach3 dan Motor Stepper Nema 23,” vol. 23, 2024.
- [2] A. W. Irfan Arifin, Satriadi, “Proses Pembuatan Lamming (Pelaminan) Oleh Dekorasi Styrofoam Forwart,” vol. 20, 2022.
- [3] E. N. H. Nur Syafid, “Perancangan dan Pengembangan Alat Pemotong Styrofoam Semi Otomatis Menggunakan Metode Rula Di Desa Kalisari,” *J. Din. Tek.*, vol. 13, no. 1, pp. 43–52, 2020.
- [4] F. G. Ohoirat *et al.*, “Rancang Bangun Sistem Mekanik Penggiring Dan Penendang Pada Robot Sepak Bola,” *J. Tek. elektro dan Komput.*, vol. 8, no. 3, pp. 171–180, 2019.
- [5] Z. Syahriza, Teuku Firsia, “Rancang Bangun CNC Foam Cutter Dengan Gerakan 3 Axis Untuk Pemotongan Dekorasi Styrofoam,” *J. Tek. Mesin Unsyah*, vol. 9, no. Juni, pp. 13–19, 2021.
- [6] P. D. Wijaya, M. Rivai, D. T. Elektro, and F. T. Elektro, “Rancang Bangun Mesin Pemotong Styrofoam 3 Axis Menggunakan Hot Cutting Pen dengan Kontrol PID,” *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 2, pp. 2–7, 2017.
- [7] A. F. Ilman and A. T. A. Mustofa, Ahmad, “Rancang Bangun Mesin Pemotong Tulisan Dengan Bahan Styrofoam Berbasis CNC,” *J. Techno Bahari*, vol. 8, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [8] M. F. Aslam, N. Anwar, and A. Fitriati, “Rancang Bangun Mesin Pemotong Styrofoam Berbasis CNC 2 axis Menggunakan Hot Wire,” vol. 4, pp. 31–36, 2022.
- [9] M. B. Shaleh, “Perancangan dan Pembuatan Sistem Mekanik Mesin Pemotong Styrofoam Otomatis,” 2024.
- [10] M. R. T. Kurnia, “Perancangan dan Pembuatan Sistem Kendali Mesin Pemotong Styrofoam Otomatis Design and Manufacture of Automatic Styrofoam Cutting Machine Control System,” 2023.
- [11] M. F. Rosyid, S. Utara, and B. L. S. Yogyakarta, “Tentang Sistem Mekanik Dengan Kendala Tak Holonomik,” *J. Fis.*, vol. 1, pp. 24–28, 2011.
- [12] M. T. Adam, S. Prasetya, and D. Nursanto, “Rancang Bangun Sistem Mekanik 3D

- Printer Mortar 1x1x1 m,” *J. Mek. Terap.*, vol. 03, no. 01, pp. 34–43, 2022, doi: 10.32722/jmt.v3i1.4547.
- [13] D. I. D. Z. Lubis and E. K. M. N. Insani⁴, “Implementasi Mesin CNC Purus Kayu Dalam Meningkatkan Efisiensi Produksi di UD. Barokah Mebel Pakis Mojokerto,” *J. Abdimas Indones.*, vol. 4, pp. 1448–1458, 2024, [Online]. Available: <https://dmi-journals.org/jai/>
- [14] M. Maulana, P. Eve, and K. R. Industri, “Rancang Bangun Sistem Mekanik Robotic Pushcart,” 2023.
- [15] N. F. Rahim, “Perancangan dan Analisa Sistem Transmisi Pada Infrastructural Mobile Dari Hasil Pertanian,” *Peranc. dan Anal. Sist. Transm.*, vol. 1, 2018.
- [16] H. Mahmudi, “Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah,” *J. Mesin Nusantara, Vol. 4, No. 1, Juni 2021, Hal. 40-46*, vol. 4, p. 40, 2021.
- [17] G. Domek and I. Malujda, “Modeling of timing belt construction,” vol. 7, pp. 4070045–4070046, 2007, doi: 10.1002/pamm.2007.
- [18] G. S. Rachmad Hartono, Sugiharto, Bukti Tarigan, Toto Supriyono, “Perancangan dan Pembuatan Sistem Kendali Gerak Pahat pada Mesin Router NC 3-Axis untuk Kriya Seni Ukiran Kayu,” *J. Rotasi Vol. 22*, vol. 22, 2020.
- [19] N. Soedjarwanto, G. F. Nama, and R. A. Nugroho, “Prototipe Smart door lock Menggunakan Motor Stepper Berbasis IoT (Internet of Things),” *J. Rekayasa dan Teknol. Elektro*, vol. 1, 2021.
- [20] F. Affiz, “Pengaruh Pengerolan Pra Pemanasan dibawah Temperatur Rekristalisasi dan Tingkat Deformasi Terhadap Kekerasan,” *J. e-dinamis*, vol. II, no. 2, 2012.
- [21] M. T. Dr. Ir. Rachmat Hartono, “Modul Pembelajaran Motor Stepper,” vol. 30, 2024.
- [22] M. Rifa, H. K. Safitri, and A. Kadafi, “Scaling data PLC sebagai pengontrol motor stepper penggerak ulir extruder,” *J. Eltek*, vol. 19, no. 2, pp. 80–87, 2021, doi: 10.33795/eltek.v19i2.305.
- [23] H. W. Handani, S. R. Sulistiyanti, and Y. Yulianti, “Rancang Bangun Mesin CNC Laser 4 Axis menggunakan Motor Stepper Tipe Nema 23 Terintegrasi Mach3 USB untuk Aplikasi Mesin Cutting Otomatis,” *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 13, no. 02, pp. 13–22, 2025.

- [24] N. C. Fitriana and B. Santosa, "Analisis Faktor-Faktor Pemilihan Suplier Material pada Jasa Usaha Konstruksi dengan Metode Fuzzy AHP," *J. Fondasi*, vol. 9, no. 1, pp. 1–11, 2020.
- [25] A. Hesthi, P. Ningtyas, I. A. Pahlawan, and R. P. Putra, "Pemilihan Material Yang Aman Untuk Frame Sepeda Listrik," *J. Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 20, no. 1, pp. 314–318, 2022, [Online]. Available: sitekin: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, Vol. 20, No. 1, Desember 2022, pp.314 - 318 ISSN 2407-0939 print/ISSN 2721-2041 online
- [26] M. N. Satrio, "Pengaruh besar butir terhadap struktur mikro dan sifat mekanik," 2018.
- [27] T. Wang, J. Su, C. Xu, and Y. Zhang, "An Intelligent Method for Detecting Surface Defects in Aluminium Profiles Based on the Improved YOLOv5 Algorithm," pp. 1–18, 2022.
- [28] L. A. Islami and D. Mardiyana, "Analisis Struktur Aluminium Profile V-slot Sebagai Desain Rangka Mesin 3D Printer," *J. Tek. Mesin, Ind. Elektro dan Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 30–44, 2022.
- [29] M. Syaifullah *et al.*, "Desain dan Simulasi Tegangan pada Mesin CNC Laser," *J. Crankshaft*, vol. 4, no. 1, pp. 39–48, 2021, [Online]. Available: issn: 2623-0720 (Print), 2623-0755 (Online)
- [30] A. Eko and M. Darwis, "Rancang Bangun Mesin Laser Engraver and Cutter Untuk Membuat Kemasan Modul Praktikum Berbahan Akrilik," *J. Pengelolaan Lab. Pendidik.*, vol. 2, no. 1, pp. 40–50, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jplp> Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan, 2 (1) 2020, 40-50, e-ISSN: 2654-251X

LAMPIRAN

1. Proses perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis

Di bawah ini merupakan kegiatan proses perakitan mesin pemotong *styrofoam* otomatis.

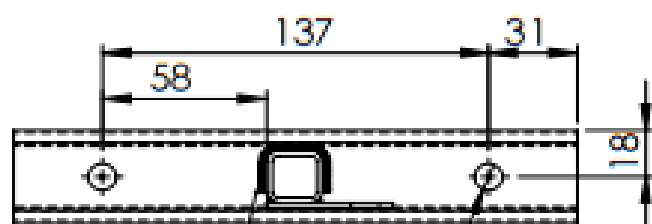


2. Proses pemotongan *styrofoam* balok

Di bawah ini merupakan kegiatan proses pemotongan *styrofoam* balokan.

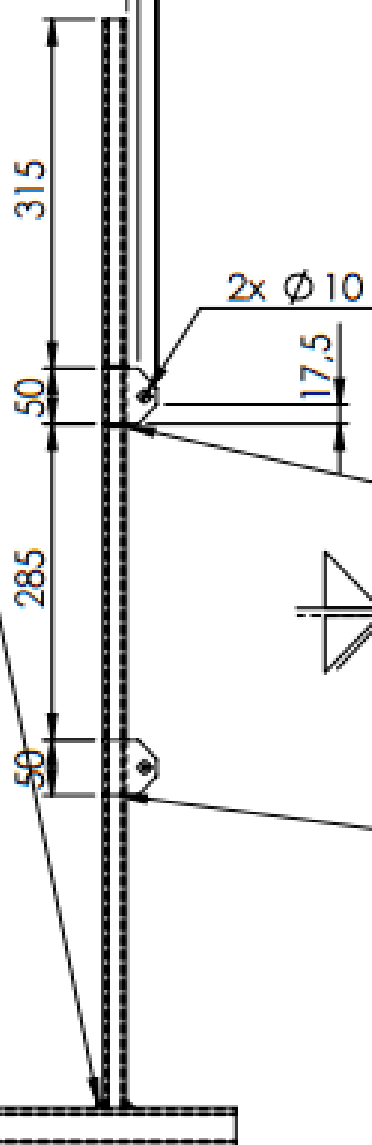


3. Gambar teknik



2x Ø 10

25
15

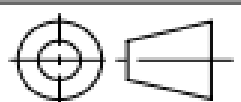


2x Ø 10

2
2

2
2

982



Skala: 1:7

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

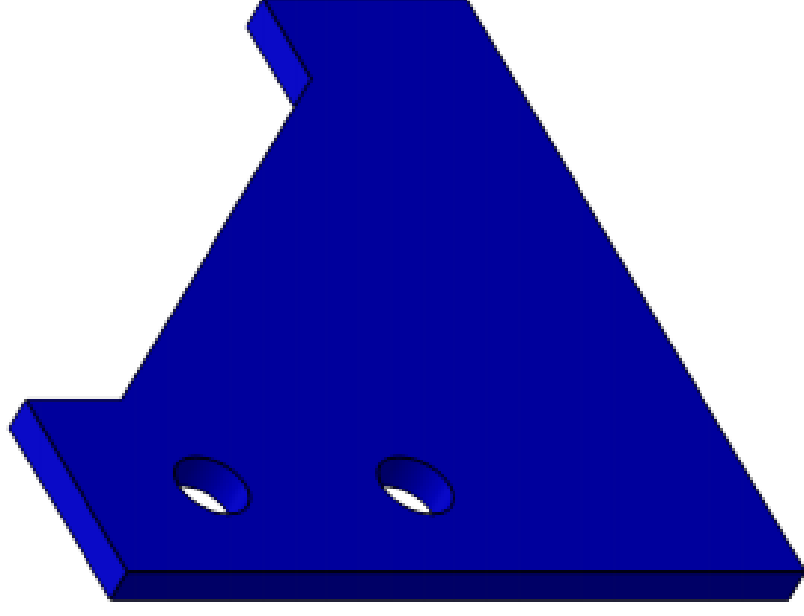
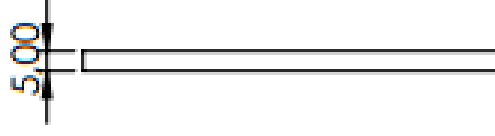
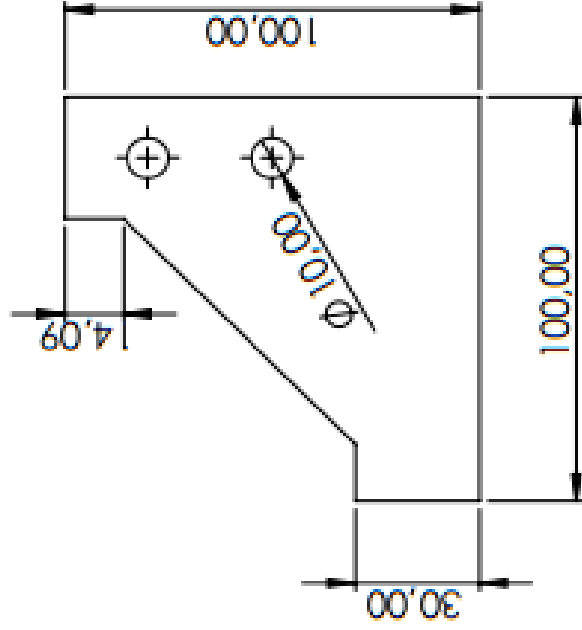
Keterangan:

FT-UNPAS

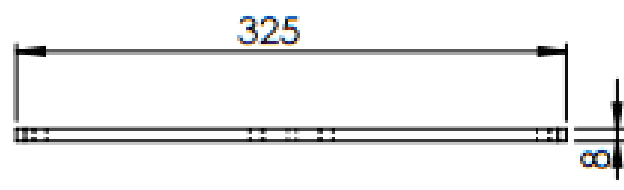
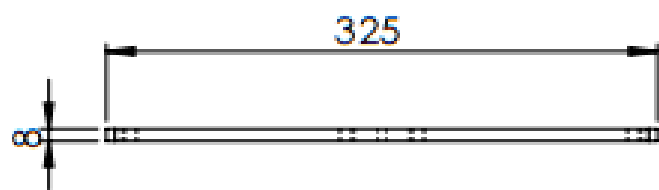
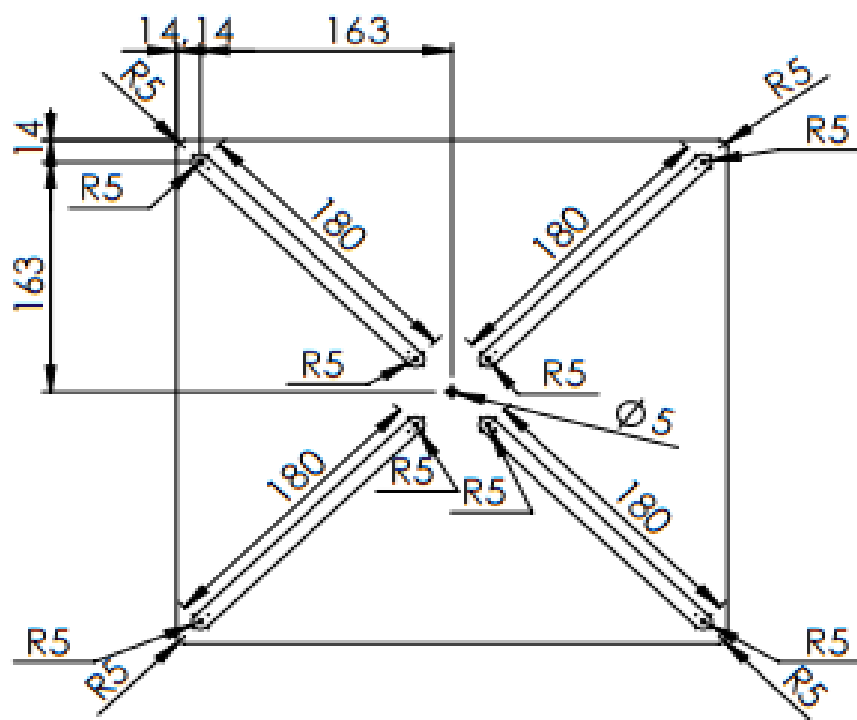
FRAME PENCEKAM

PCK-1

A4



TEKNIK MESIN	Skala : 1:1	Digambar : Heru Firmansyah	Keterangan:
	Satuan : mm	NRP : 193030043	
	Tanggal : 08-05-2025	diperiksa : DR.Ir.Rachmad Harlono, M.T.	
	UNIVERSITAS PASUNDAN		
		MESIN PEMOTONG STYROFOAM	A:4



Skala: 1:5

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

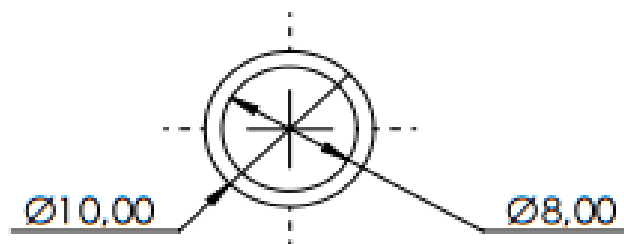
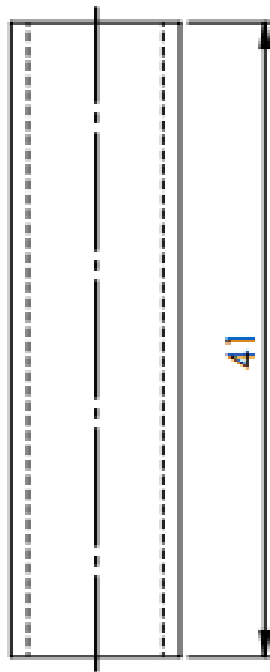
Keterangan:

FT-UNPAS

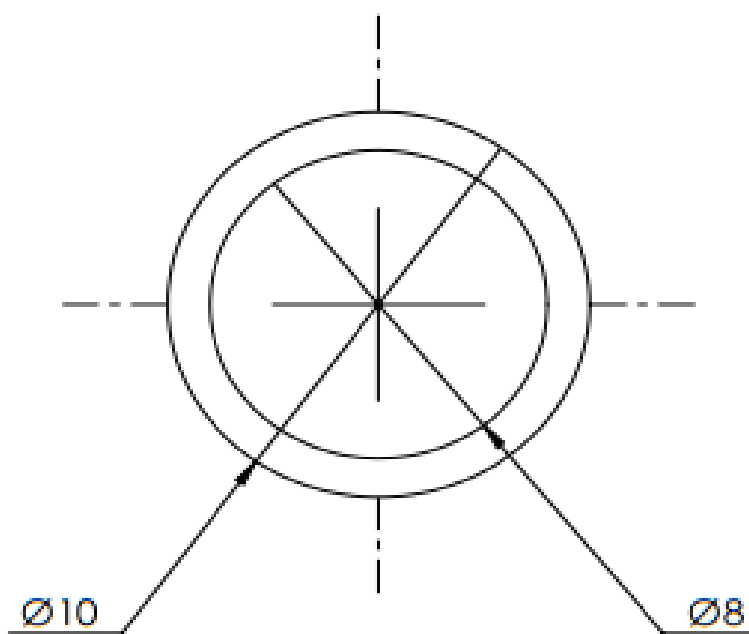
PLATE ROTARY TABLE

RT-1

A4



	Skala: 2:1	Digambar: Heru Firmansyah	Keterangan:		
	Satuan: mm	NPM: 193030043			
	Tanggal: 07-05-2025	Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Harlono, M.T.			
FT-UNPAS		SPACER BELAKANG		MX-4	A4



Skala: 5:1

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

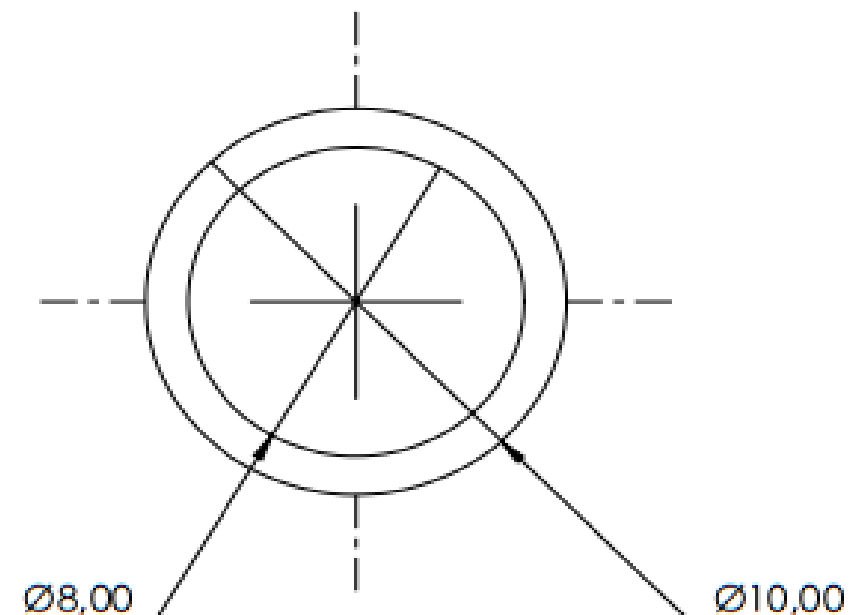
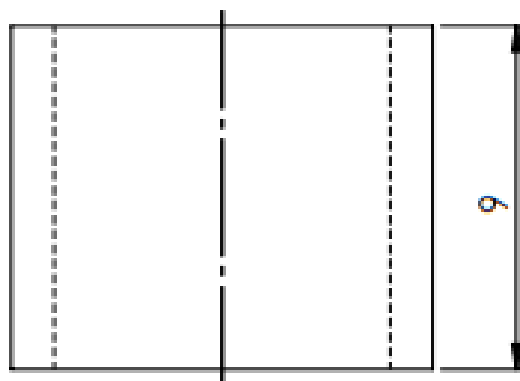
Keterangan:

FT-UNPAS

SPACER

MY-4

A4



Skala: 5:1

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

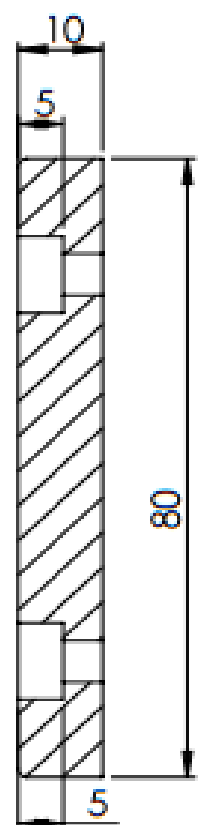
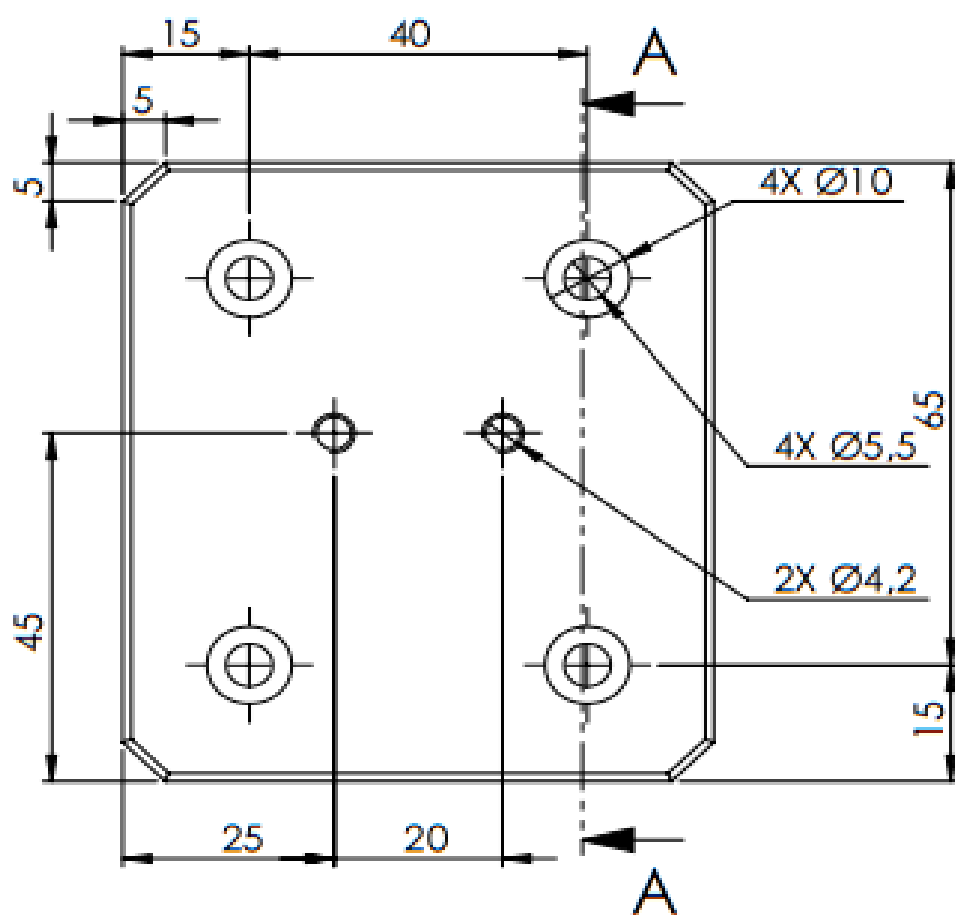
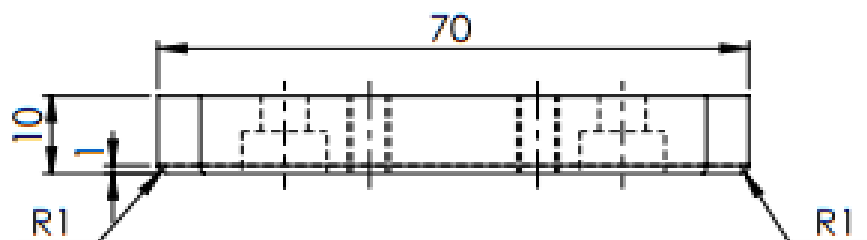
Keterangan:

FT-UNPAS

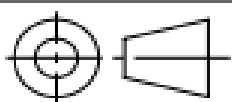
SPACER DEPAN

MX-5

A4



SECTION A-A



Skala: 1:1

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rochmad Hartono, M.T.

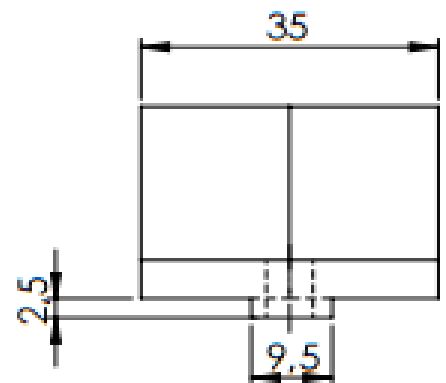
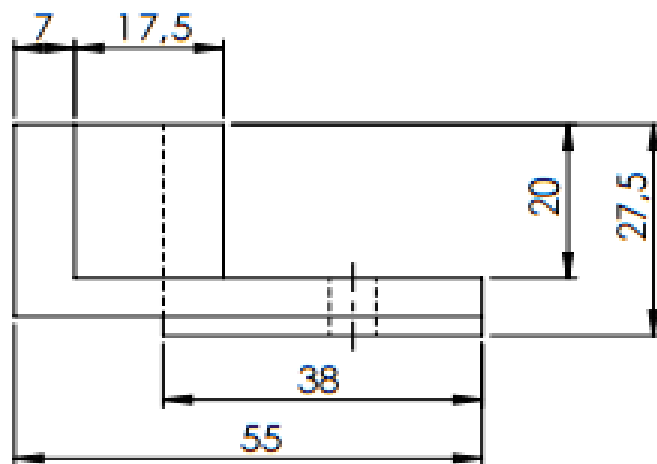
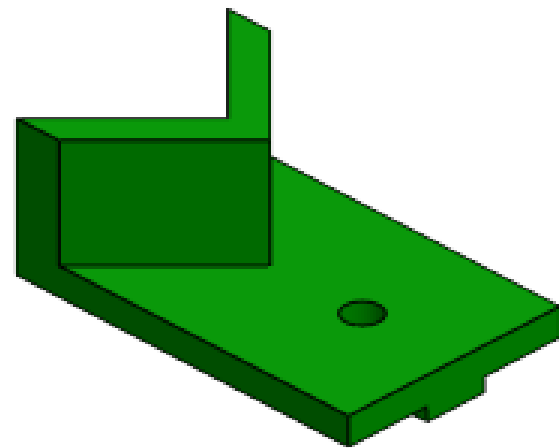
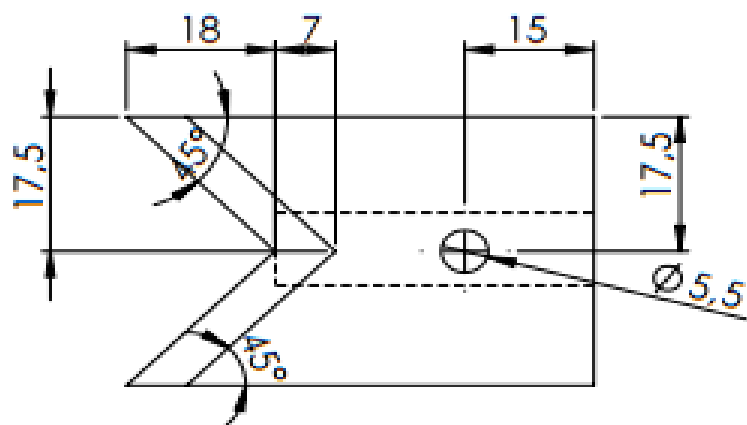
Keterangan:

FT-UNPAS

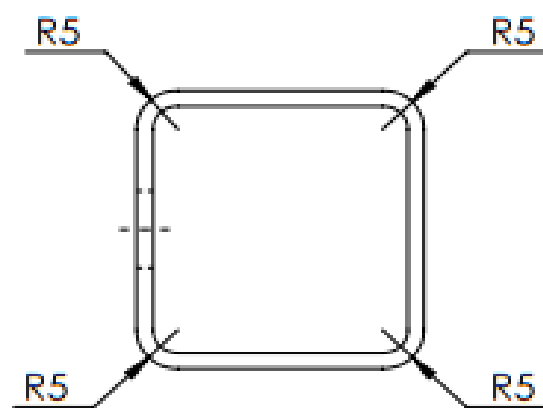
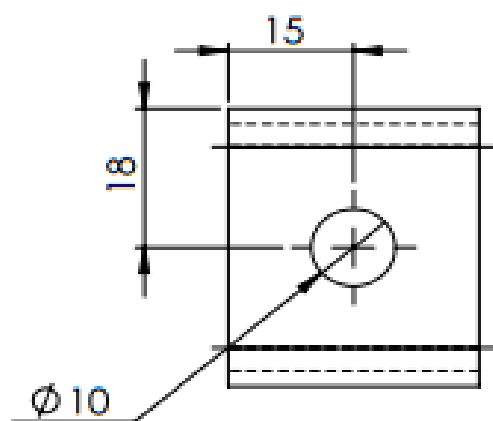
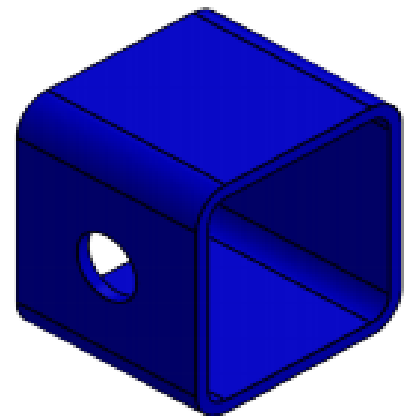
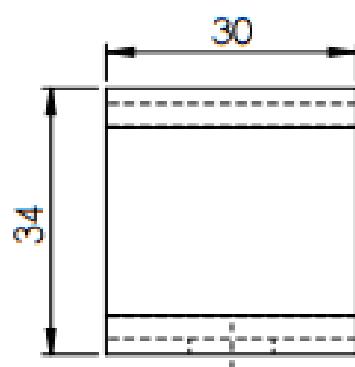
MOUNTING Y KANAN

MY-1

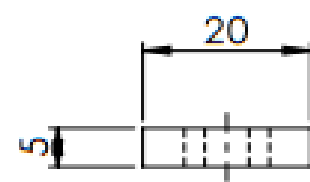
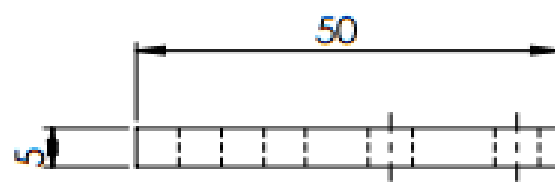
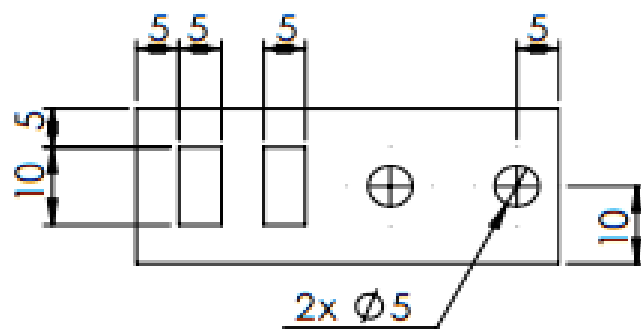
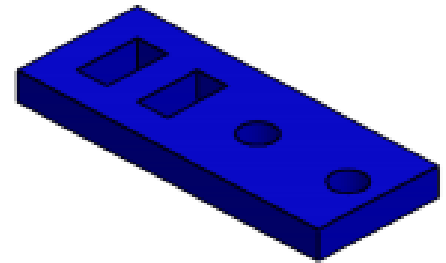
A4

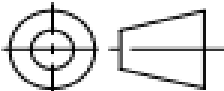


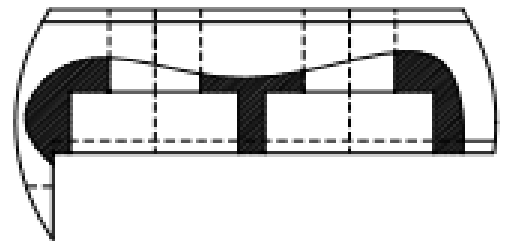
	Skala: 1:1	Digambar: Heru Firmansyah	Keterangan:	
	Satuan: mm	NPM: 193030043		
	Tanggal: 07-05-2025	Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.		
FT-UNPAS	SIKU POSITIONING		RT-2	A4



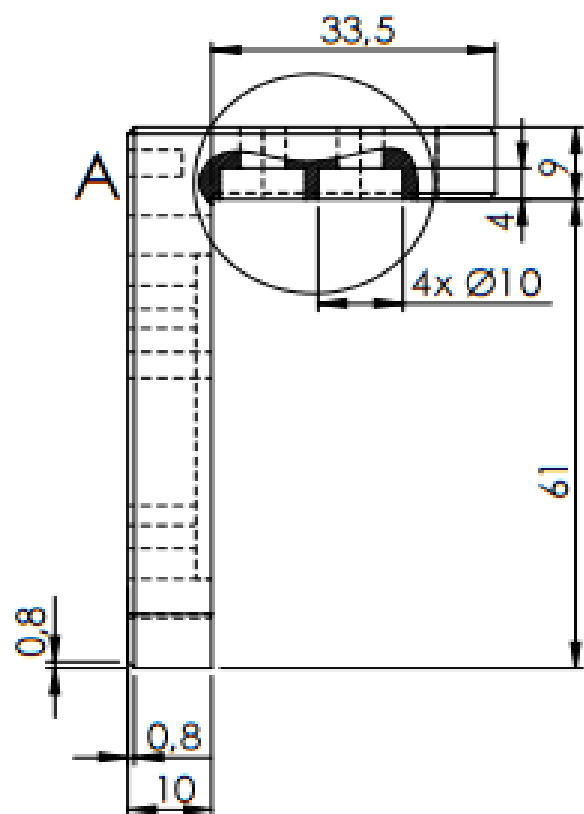
	Skala: 1:1	Digambar: Heru Firmansyah	Keterangan: Material baja profil AISI 1035
	Satuan: mm	NPM: 193030043	
	Tanggal: 07-05-2025	Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.	
FT-UNPAS		MOUNTING FRAME SUMBU Z	A 4

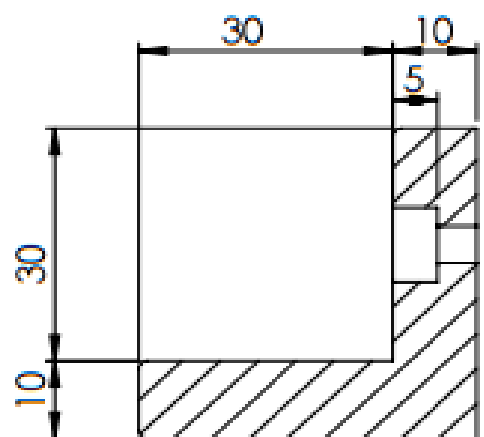
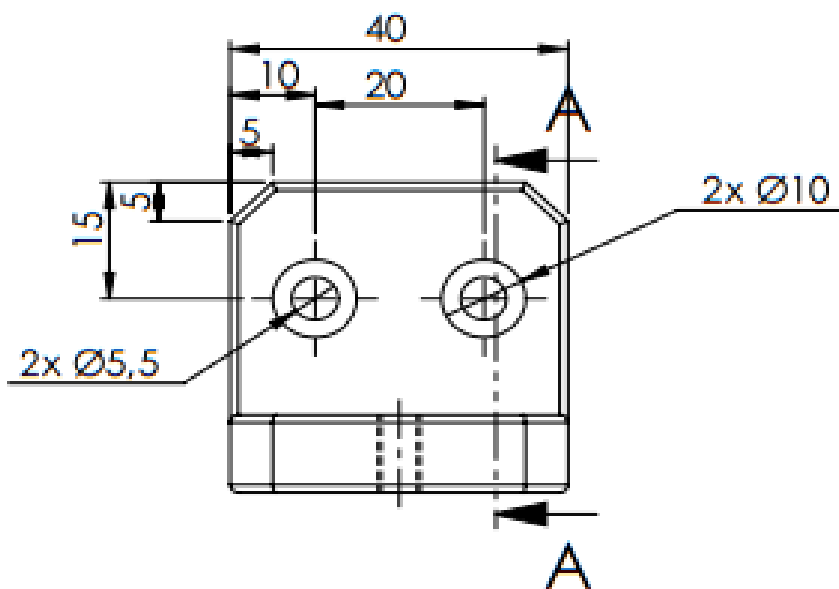
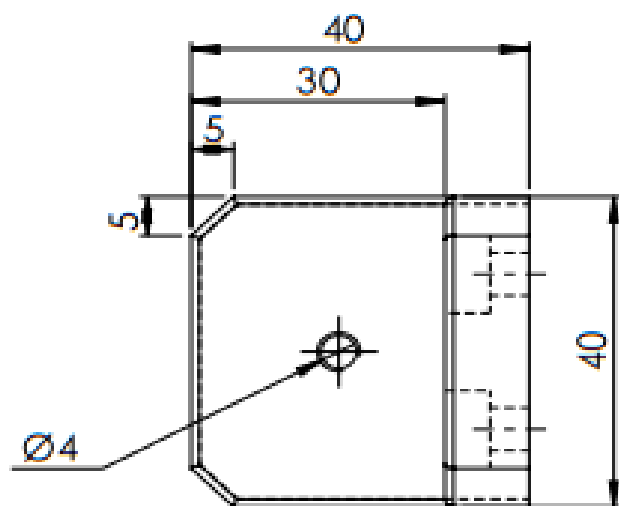


	Skala: 1:1	Digambar: Heru Firmansyah	Keterangan: Material dari filament PLA+
	Satuan: mm	NPM: 193030043	
	Tanggal: 07-05-2025	Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.	
FT-UNPAS	BRACKET BELT		A4



SCALE 1:1





SECTION A-A



Skala: 1:1
Satuan: mm
Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah
NPM: 193030043
Dilihat: Dr. Ir. Rochmad Hartono, M.T.

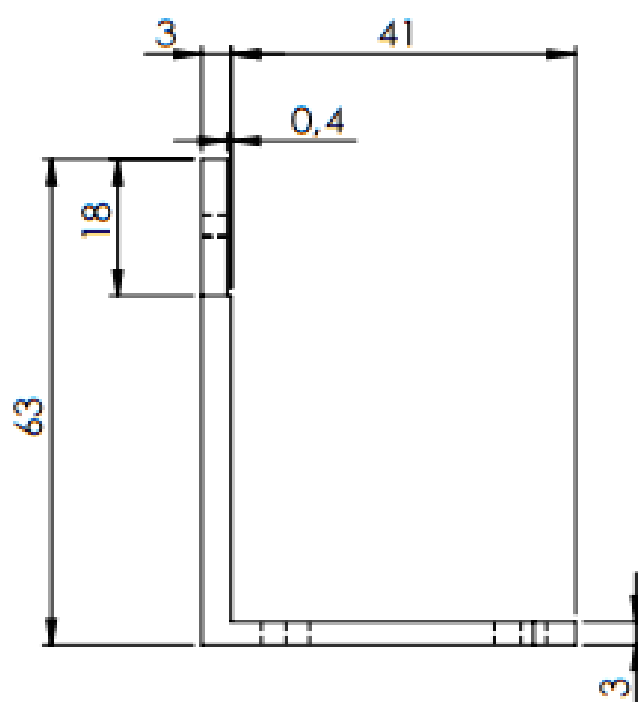
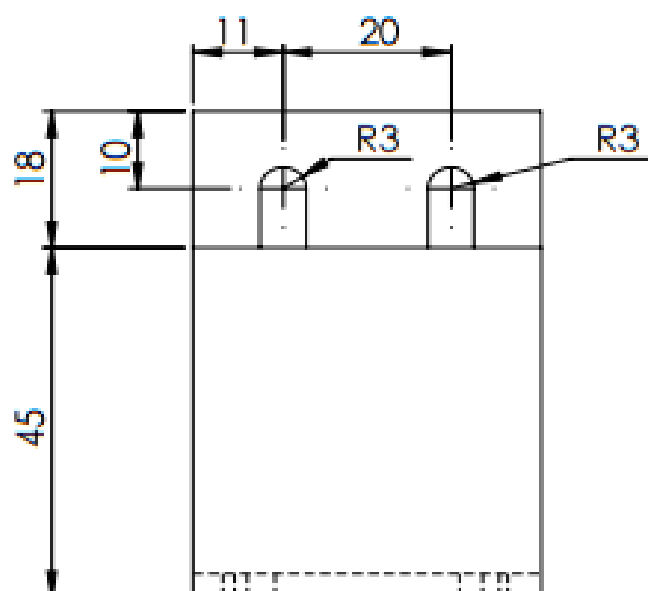
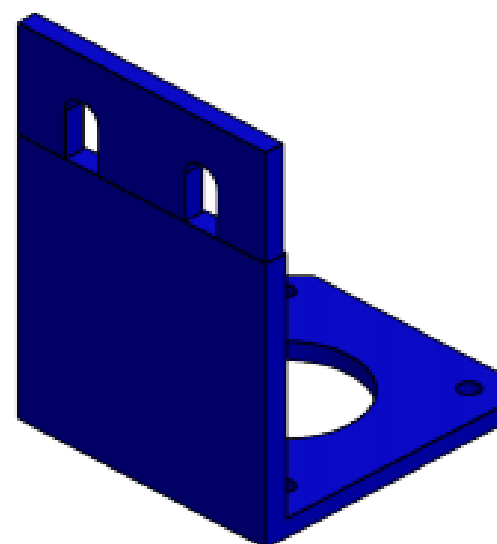
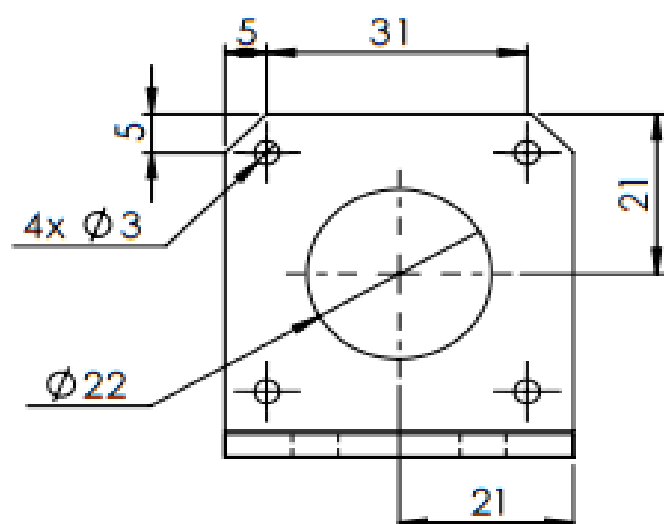
Keterangan:

FT-UNPAS

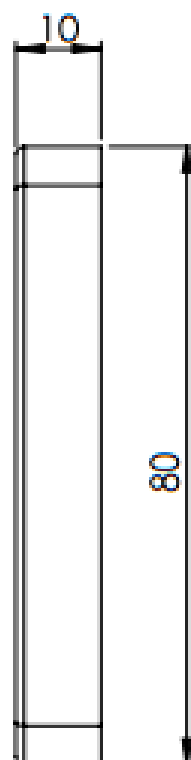
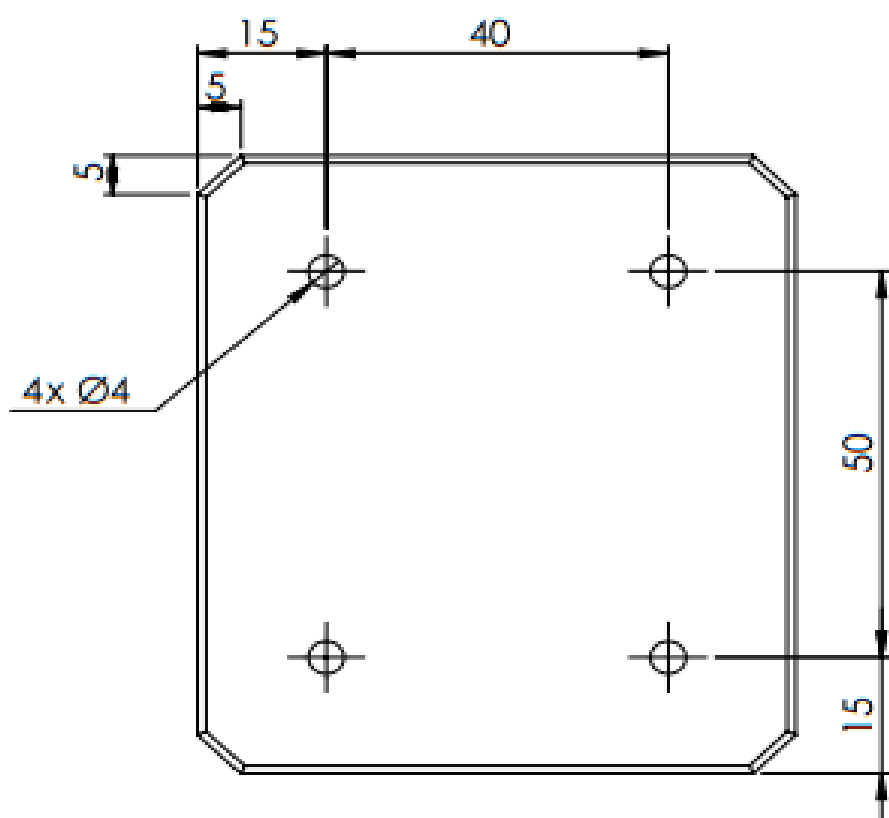
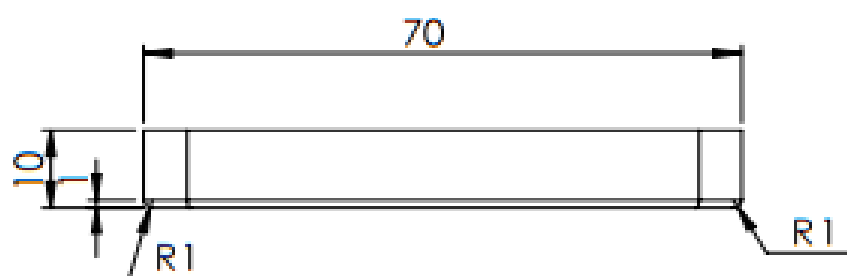
ADJUSTER KAWAT

MY-2

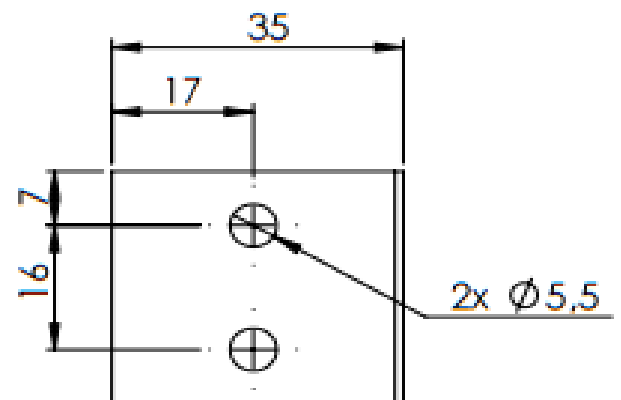
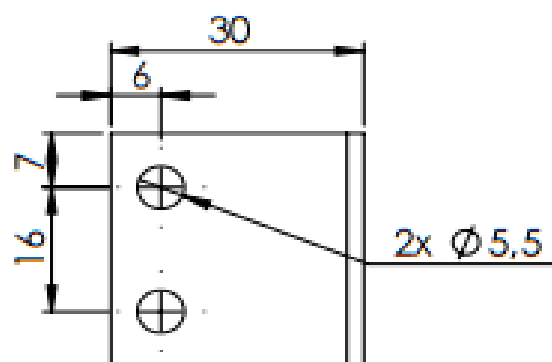
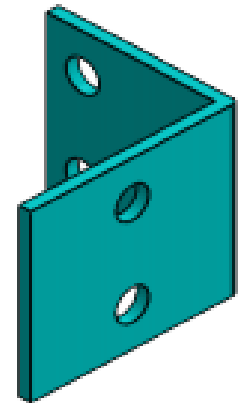
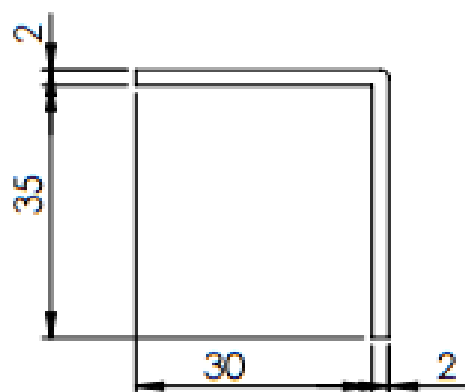
A4



	Skala: 1:1	Digambar: Heru Firmansyah	Keterangan: Stainless steel
	Satuan: mm	NPM: 193030043	
	Tanggal: 07-05-2025	Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.	
FT-UNPAS	L MOUNTING MOTOR STEPPER		A4



	Skala: 1:1	Digambar: Heru Firmansyah	Keterangan:	
	Satuan: mm	NPM: 193030043		
	Tanggal: 07-05-2025	Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.		
FT-UNPAS	MOUNTING Y KIRI		MY-3	A4



Skala: 1:1

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

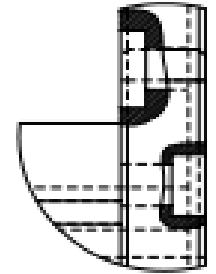
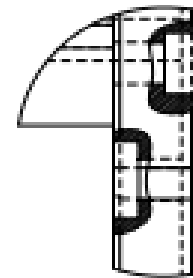
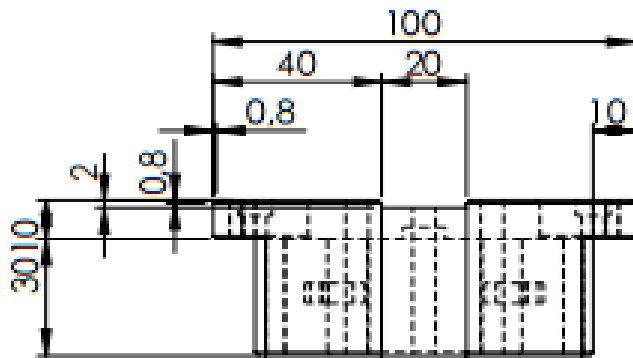
Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

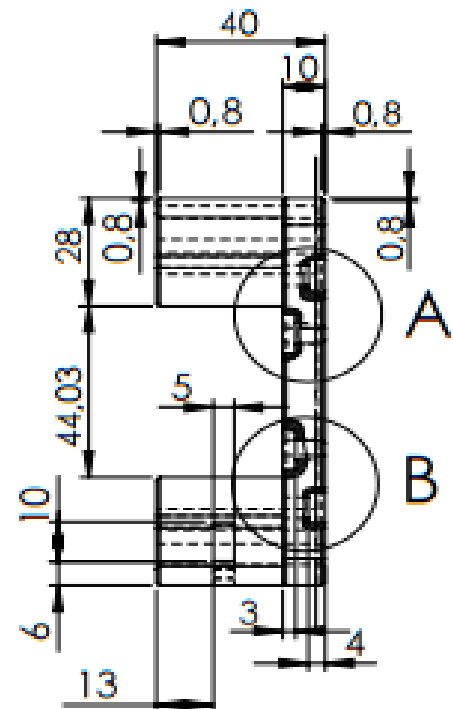
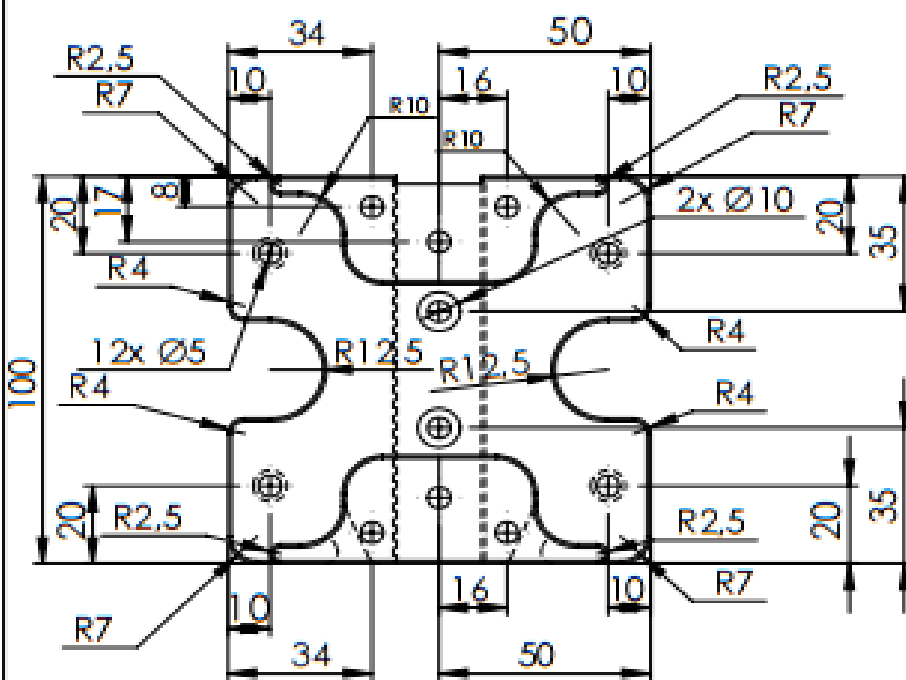
Keterangan:

Baja profil AISI 1035



DETAIL A
SCALE 1 : 1

DETAIL B
SCALE 1 : 1



Skala: 1:2

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rochmad Hartono, M.T.

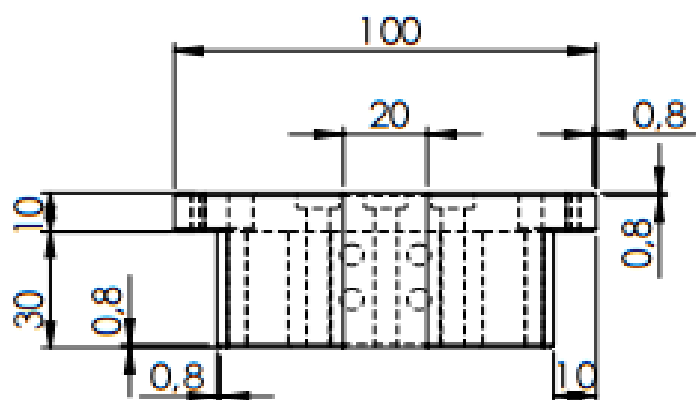
Keterangan:

FT-UNPAS

MOUNTING X LUAR

MX-1

A4



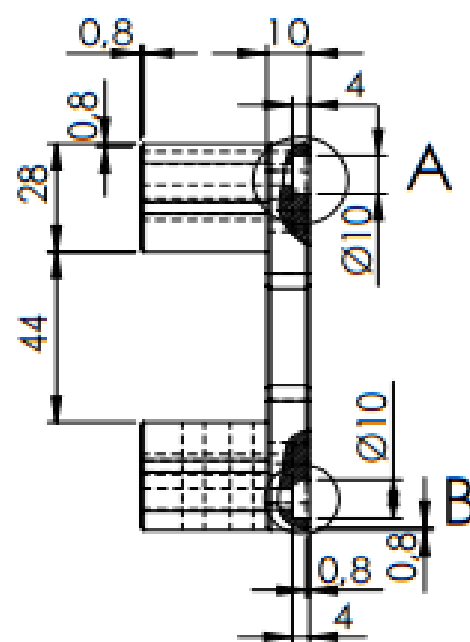
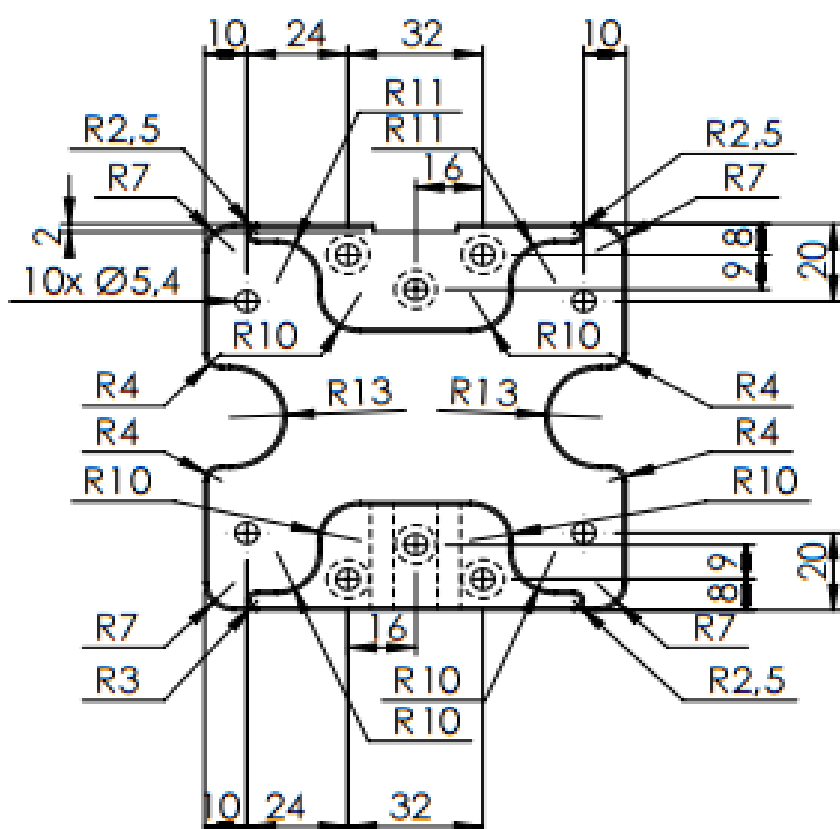
DETAIL A

SCALE 1 : 1



DETAIL B

SCALE 1 : 1



Skala: 1:1

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

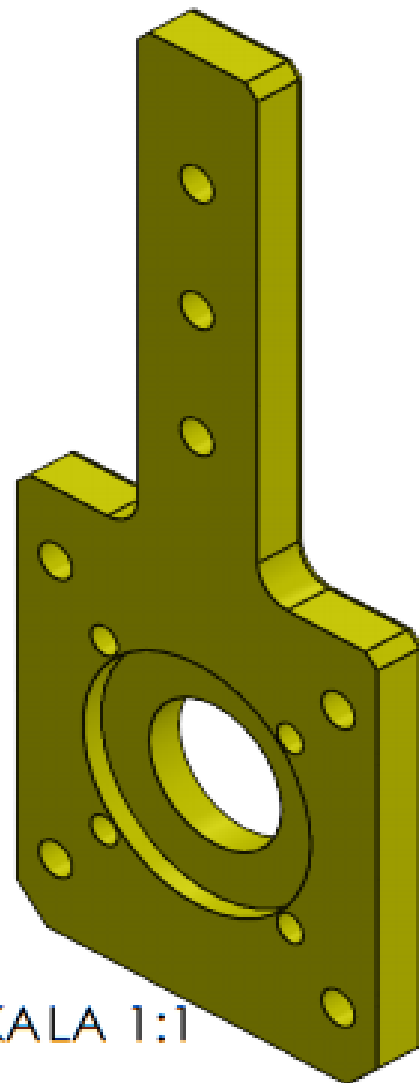
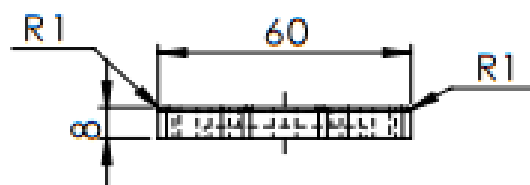
Keterangan:

FT-UNPAS

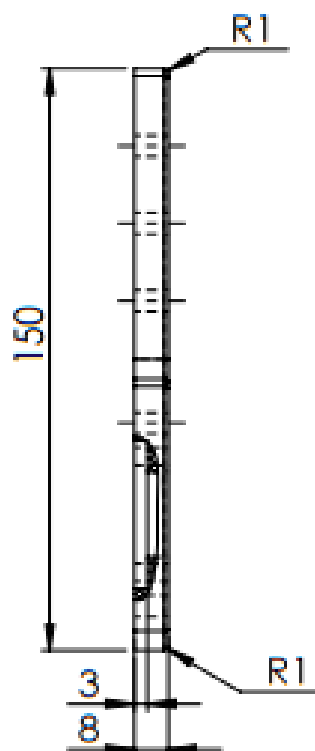
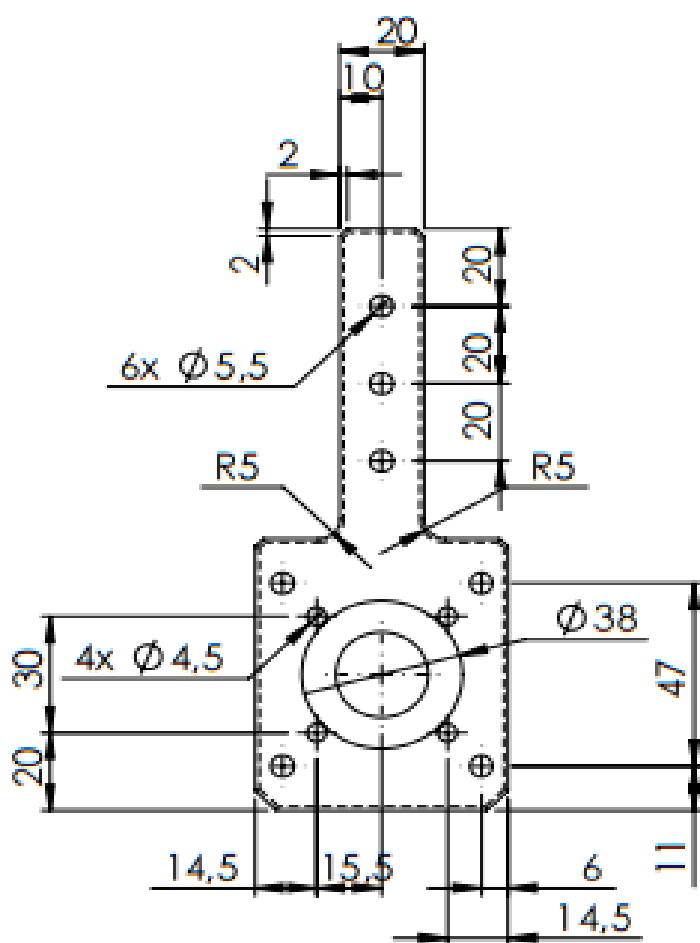
MOUNTING X DALAM

MX-2

A4



SKALA 1:1



Skala: 1:2

Satuan: mm

Tanggal 07-05-2025:

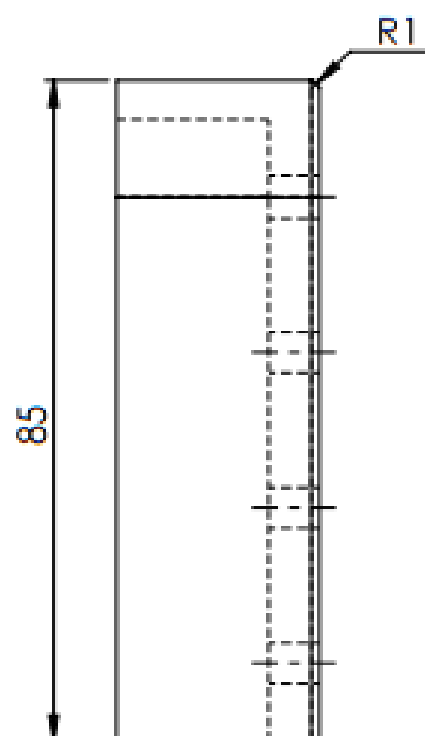
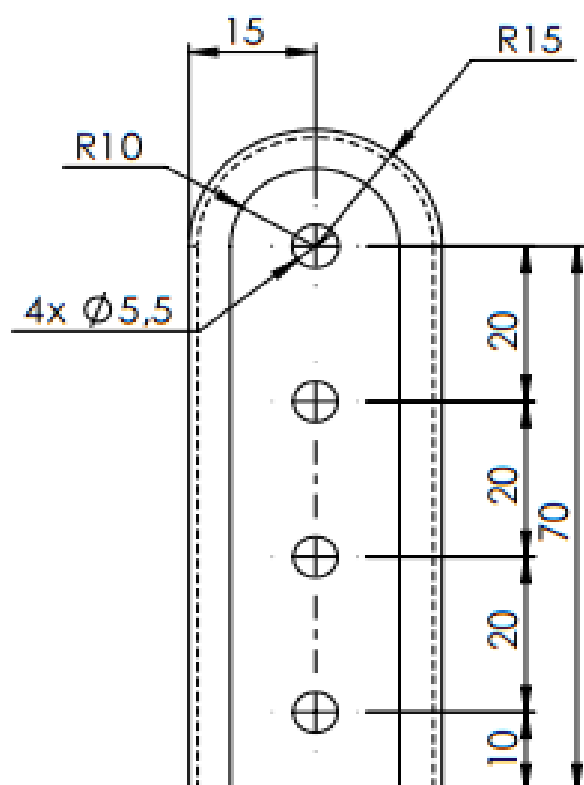
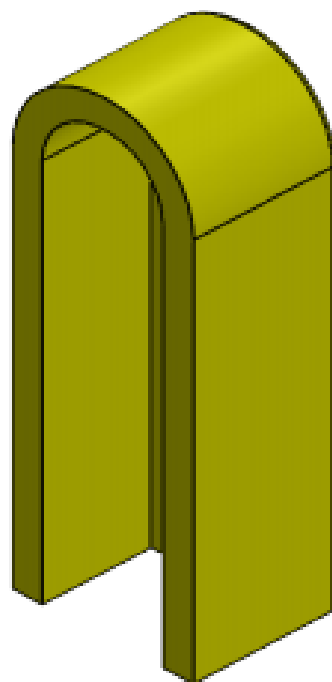
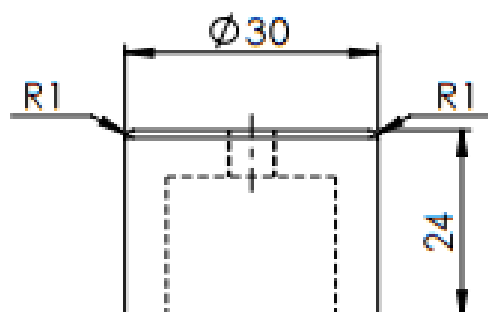
Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

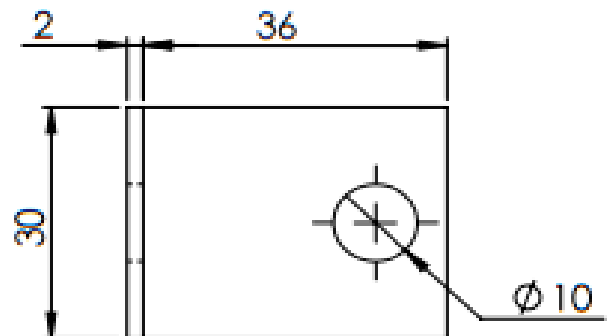
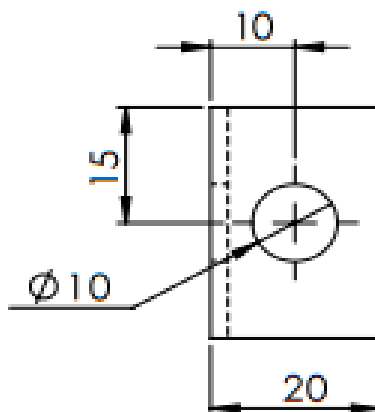
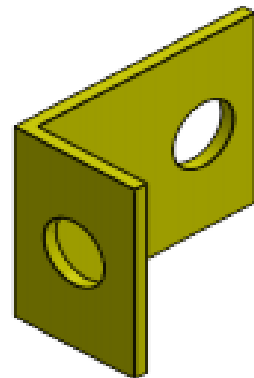
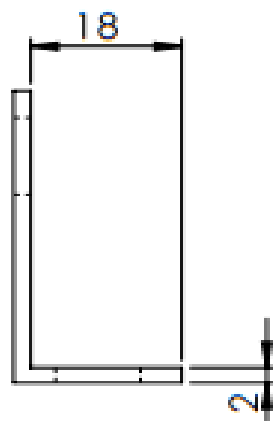
Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

Keterangan:

Material dari filament
PLA+



	Skala: 1:1	Digambar: Heru Firmansyah	Keterangan: Material dari filament PLA+
	Satuan: mm	NPM: 193030043	
	Tanggal: 07-05-2025	Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.	
FT-UNPAS	BRACKET IDLER PULLEY		A4



Skala: 1:1

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

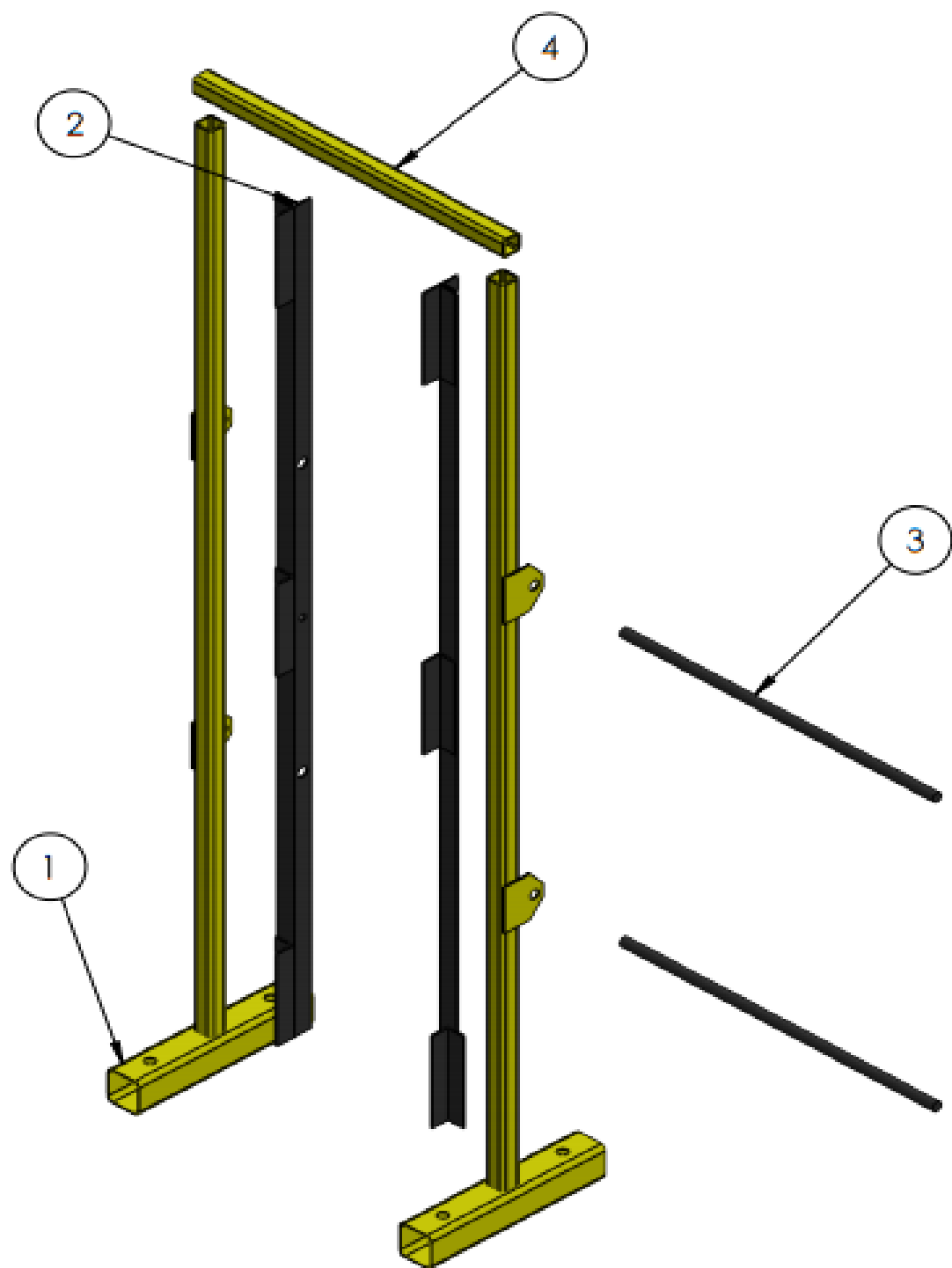
Keterangan:

Material baja profil

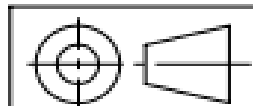
FT-UNPAS

SIKU PENOPANG ALUMINIUM PROFIL

A4



ITEM NO.	CODE	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
4	PCK-4	Penyangga frame	Baja profil AISI 1035	1
3	PCK-3	Shaft penjepit	Baja	2
2	PCK-2	Penjepit	Baja	2
1	PCK-1	Frame pencekam	Baja profil AISI 1035	1



Skala: 1:10

Satuan:

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

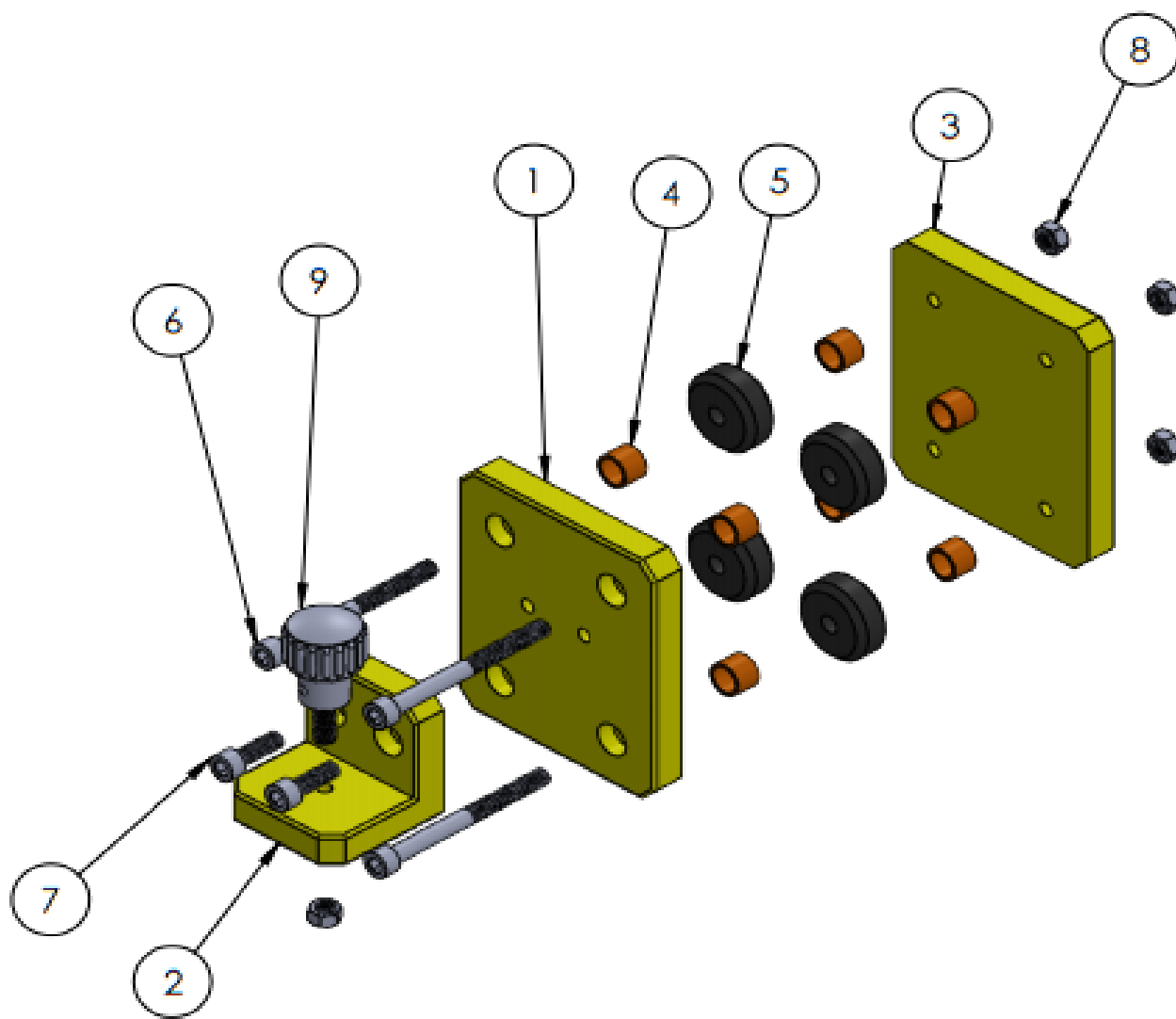
Dilihat: Dr. Ir. Rochmad Hartono, M.T.

Keterangan:

FT-UNPAS

PENCEKAM

A4



ITEM NO.	CODE	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
9	MY-9	Tuning pegs	M5	1
8	MY-8	Mur	M5	5
7	MY-7	Baut	M5x10 mm	2
6	MY-6	Baut	M5x55 mm	4
5	MY-5	Roda	ø24 mm	4
4	MY-4	Spacer	Material dari PLA+	8
3	MY-3	Adjuster kawat	Material dari PLA+	1
2	MY-2	Mounting Y kiri	Material dari PLA+	1
1	MY-1	MountingY kanan	Material dari PLA+	1



Skala: 1:2

Satuan:

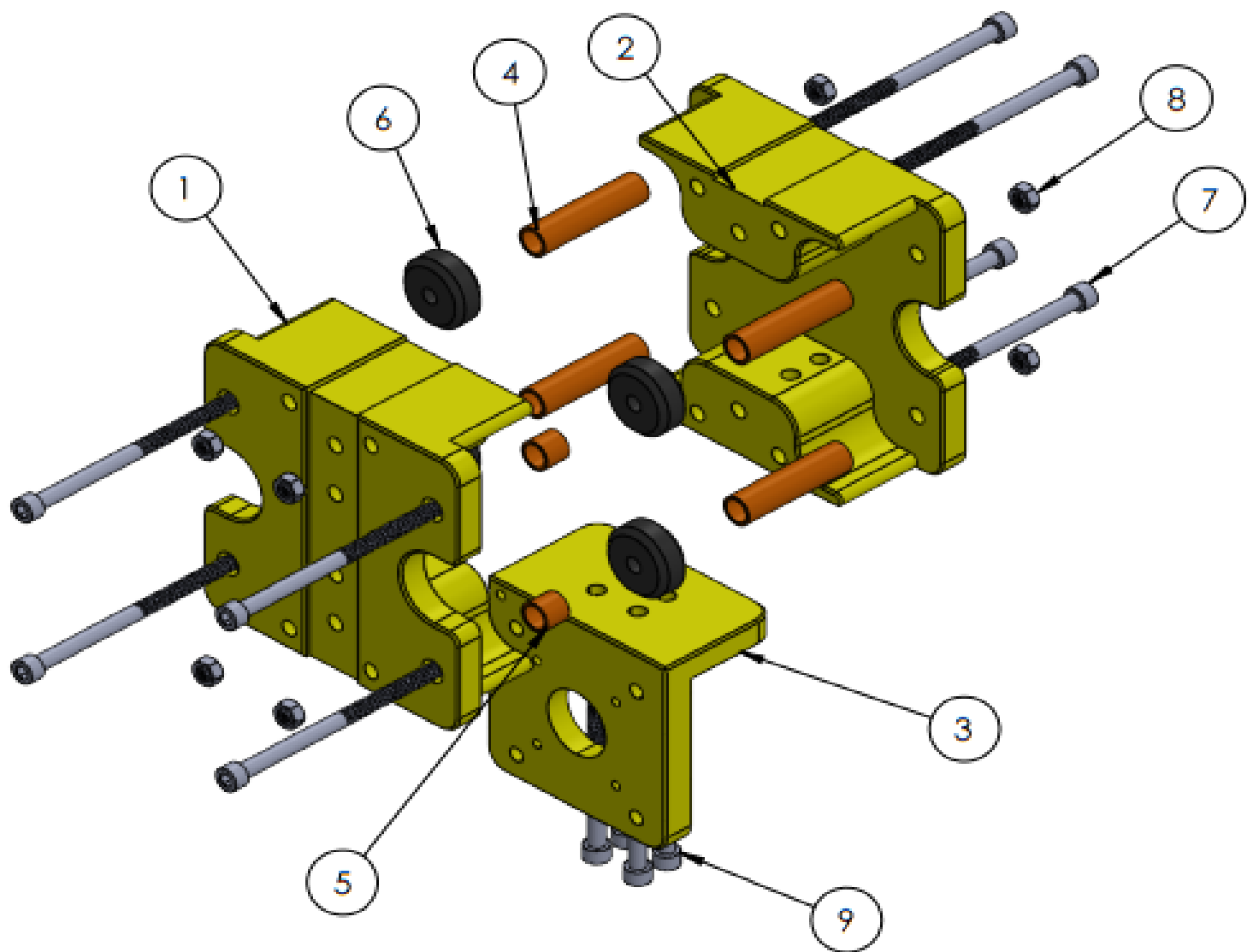
Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

Keterangan:



ITEM NO.	CODE	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
9	MX-9	Baut	M5 x 30 mm	4
8	MX-8	Mur M5	M5	8
7	MX-7	Baut	M5 x 80 mm	8
6	MX-6	Roda	ø 24 mm	4
5	MX-5	Spacer depan	Material dari PLA+	4
4	MX-4	Spacer belakang	Material dari PLA+	4
3	MX-3	Mounting motor stepper sumbu x	Material dari PLA+	1
2	MX-2	Mounting X dalam	Material dari PLA+	1
1	MX-1	Mounting X luar	Material dari PLA+	1



Skala: 1:2

Satuan:

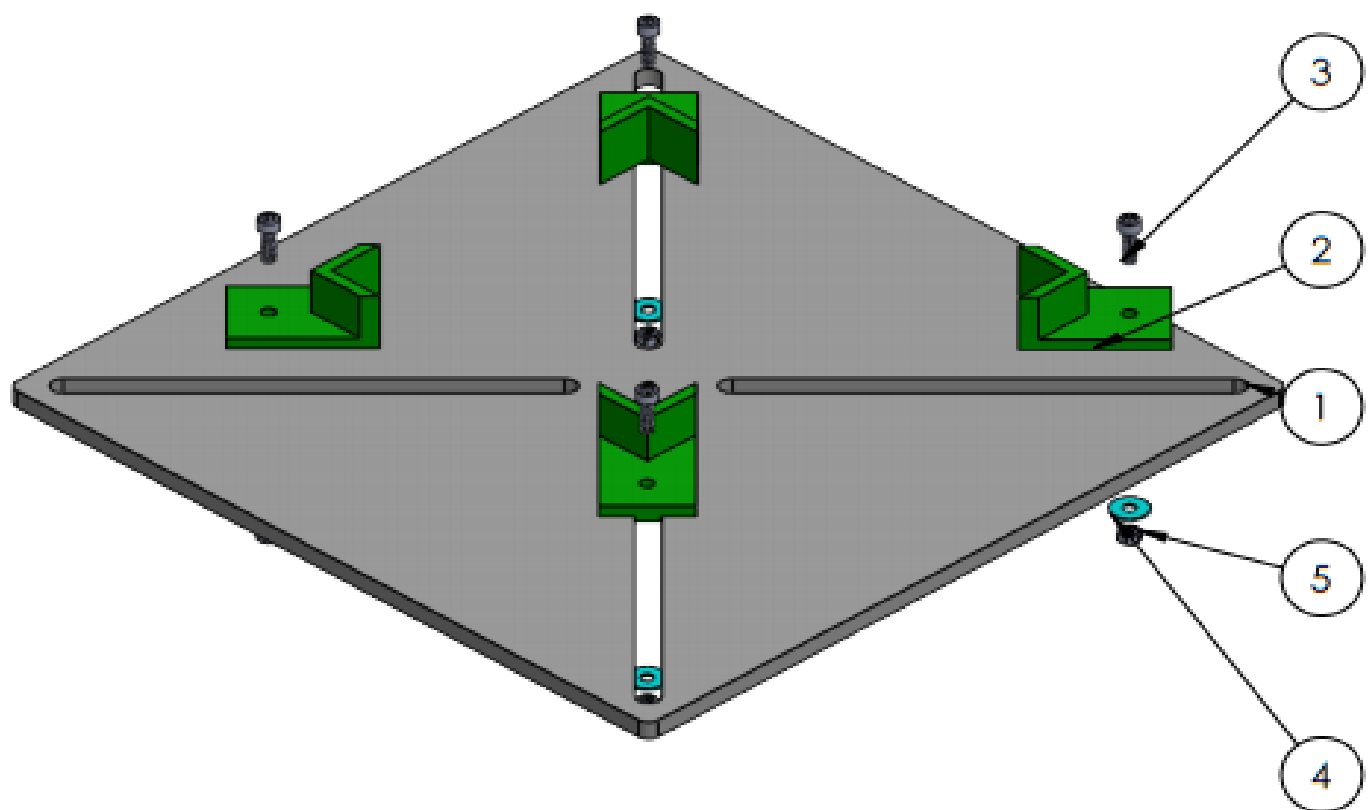
Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

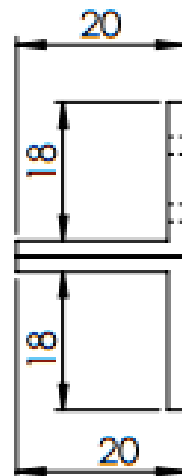
Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

Keterangan:

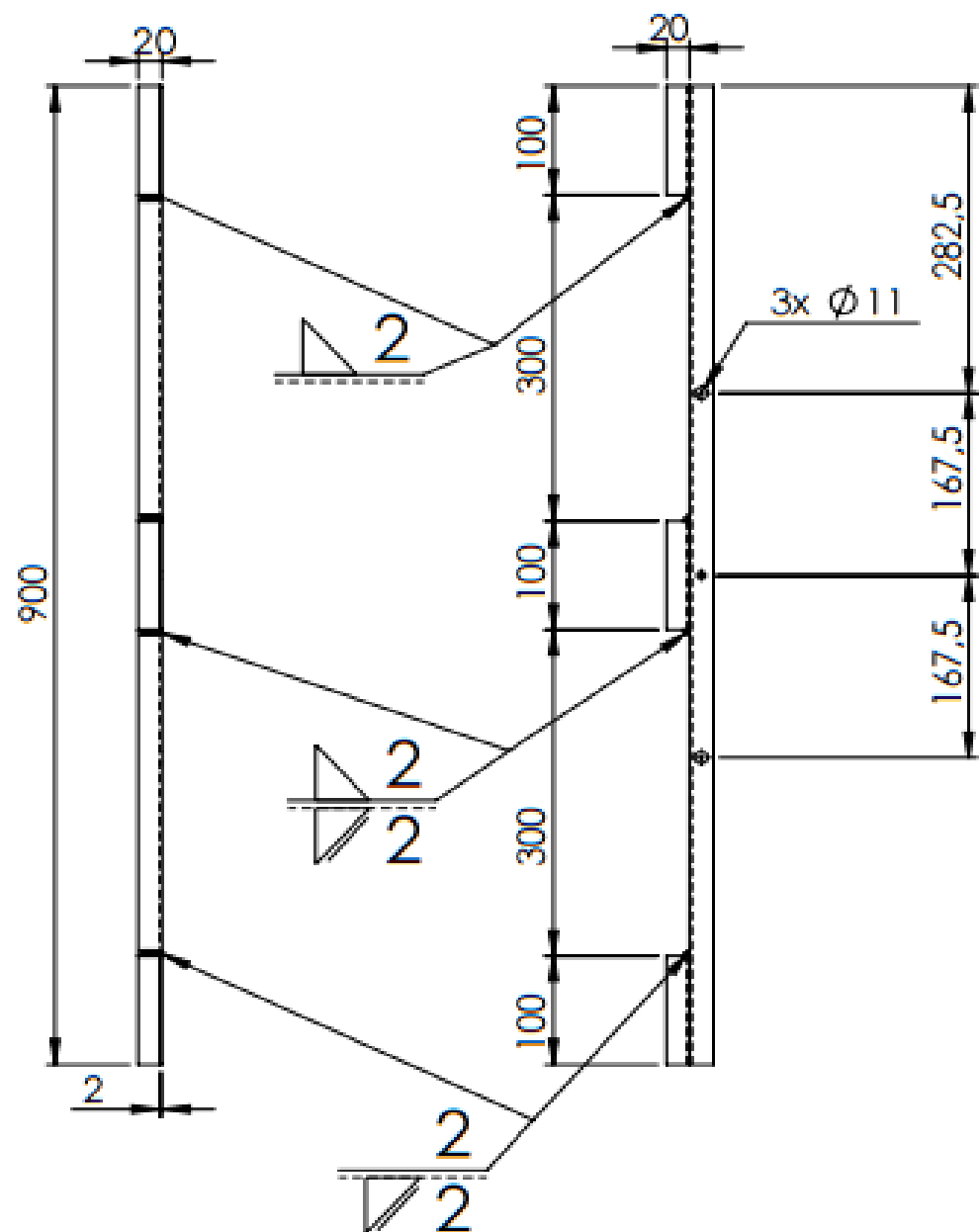


ITEM NO.	CODE	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
5	RT-5	Mur	M5	4
4	RT-4	Ring plat	Ø 6	4
3	RT-3	Baut	M5x10 mm	4
2	RT-2	Siku positioning	Material dari PLA+	4
1	RT-1	Plate rotary table	Material dari akrilik	1

	Skala: 1:3	Digambar: Heru Firmansyah	Keterangan:
	Satuan:	NPM: 193030043	
	Tanggal: 07-05-2025	Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.	
FT-UNPAS		ROTARY TABLE	A4



Skala 1:1



Skala: 1:7

Satuan: mm

Tanggal: 07-05-2025

Digambar: Heru Firmansyah

NPM: 193030043

Dilihat: Dr. Ir. Rachmad Hartono, M.T.

Keterangan:

FT-UNPAS

PENJEPIT

PCK-2

A4